



01  
2025

Information Science and Engineering Research

# 信息科学与工程研究

Volume 6 Issue 1 January 2025 ISSN 2737-4815(Print) 2737-4823(Online)



Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.  
Tel.: +65 65881289

E-mail: [contact@nassg.org](mailto:contact@nassg.org)  
Add.: 12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819





中文刊名：信息科学与工程研究

ISSN：2737-4815 （纸质） 2737-4823 （网络）

出版语言：华文

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/iser

出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Information Science and Engineering Research

ISSN: 2737-4815 (Print) 2737-4823(Online)

Language: Chinese

URL: http://journals.nassg.org/index.php/iser

Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

《信息科学与工程研究》征稿函

期刊概况：

中文刊名：信息科学与工程研究

ISSN：2737－4815 (Print) 2737－4823(Online)

出版语言：华文刊

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/iser

出版社名称：新加坡南洋科学院

Database Inclusion



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge Infrastructure

版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名－非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.  
12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819  
Email: info@nassg.org  
Tel: +65-65881289  
Website: http://www.nassg.org



出版格式要求：

- 稿件格式：Microsoft Word
- 稿件长度：字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- 测量单位：国际单位
- 论文出版格式：Adobe PDF
- 参考文献：温哥华体例

出刊及存档：

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 中国知网（CNKI）、谷歌学术（Google Scholar）等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益：

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

评审过程：

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

# 信息科学与工程研究

Information Science and Engineering Research

主 编

陈惠芳

浙江大学，中国

编 委

彭照阳 Zhaoyang Peng

李 砚 Yan Li

朱朝阳 Chaoyang Zhu

|    |                                              |    |                                                 |
|----|----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|
| 1  | 数据机房项目建设管理中的创新与应用<br>/ 郭丽                    | 35 | 电子信息技术在智能家居控制系统中的性能分析与优化<br>/ 袁轶                |
| 4  | 图像通信中高速传输协议在高清视频领域的应用实践<br>/ 马丽红 张宇伦 马立国 姜昱舟 | 38 | 人工智能在警务信息通信中的角色与应用研究<br>/ 李攀 郑广涛                |
| 7  | 大数据背景下计算机网络信息安全及防范策略探讨<br>/ 于楠               | 41 | 通信技术在智能警务信息系统中的实际应用案例研究<br>/ 李峻锋 惠刚刚            |
| 10 | 高性能射频电路数控衰减器的设计与优化<br>/ 谢嘉威                  | 44 | 基于 5G 网络的警务信息通信系统设计与性能评估<br>/ 李文广 胡生滔           |
| 13 | 面向制造业的高通量多源异构网络安全数据采集技术研究<br>/ 杨佳宁 王嘉伟 刚占慧   | 47 | 5G 通信技术的现状及面临的挑战分析<br>/ 李爽                      |
| 17 | 物联网技术在企业安全生产中应用研究<br>/ 李辉                    | 50 | 基于强隔离访问控制的数据安全保护技术研究<br>/ 黄金虎                   |
| 20 | 移动通信技术在警务信息传递中的作用及应用前景展望<br>/ 刘永亮 任量         | 53 | 全自动机器人在电厂燃料智能化处理中的技术创新<br>/ 吕锦涛 张玉俊 贺显 柳雨萌 陈晓龙  |
| 23 | 数字孪生技术在智慧水利工程中的应用研究<br>/ 李小葱                 | 56 | 关于区块链溯源系统赋能非遗机制的调研报告<br>/ 李娇                    |
| 26 | 浅析交流伺服系统的现状与发展前景<br>/ 刘扬                     | 60 | 全球定位系统（GPS）在民用航空导航中的可靠性分析<br>/ 赵航程              |
| 29 | 基于双源的地下水环境监控预警平台研发与应用<br>/ 王鑫鑫 胡鹏 孙美琴 吴瑞 高旭龙 | 63 | 数据驱动赋能野外动散军事油料保障智能化技术的应用路径<br>/ 于修全 侯建中 李钦富 智国庆 |
| 32 | 大数据安全与隐私保护关键技术研究<br>/ 金志宏                    |    |                                                 |



- 1 Innovation and application in data room project construction management  
/ Li Guo
- 4 The application practice of high-speed transmission protocol in image communication in the field of HD video  
/ Lihong Ma Yulun Zhang Liguao Ma Yuzhou Jiang
- 7 Discussion on computer network information security and prevention strategy in the background of big Data  
/ Nan Yu
- 10 Design and optimization of high performance RF circuit  
/ Jiawei Xie
- 13 Research on High throughput Multi source Heterogeneous Network Security Data Collection Technology for Manufacturing Industry  
/ Jianing Yang Jiawei Wang Zhanhui Gang
- 17 Research on the Application of Internet of Things Technology in Enterprise Safety Production  
/ Hui Li
- 20 The role and application prospects of mobile communication technology in police information transmission  
/ Yongliang Liu Liang Ren
- 23 Research on the application of digital twin technology in intelligent water conservancy projects  
/ Xiaocong Li
- 26 A brief analysis of the current situation and development prospects of AC servo system  
/ Yang Liu
- 29 Development and Application of a Dual-Source Based Groundwater Environment Monitoring and Early Warning Platform  
/ Xinxin Wang Peng Hu Meiqin Sun Rui Wu Xulong Gao
- 32 Research on Key Technologies for Big Data Security and Privacy Protection  
/ Jin Zhihong
- 35 Performance analysis and optimization of electronic information technology in smart home control system  
/ Yi Yuan
- 38 Research on the Role and Application of Artificial Intelligence in Police Information Communication  
/ Pan Li Guang-tao Zheng
- 41 Case Study on the Practical Application of Communication Technology in Intelligent Police Information System  
/ Junfeng Li Ganggang Hui
- 44 Design and Performance Evaluation of Police Information Communication System Based on 5G Network  
/ Wenguang Li Shengtao Hu
- 47 Analysis of the current status quo and challenges of 5G communication technology  
/ Shuang Li
- 50 Research on data security protection technology based on strong isolation access control  
/ Jinhu Huang
- 53 Technological Innovation of Fully Automated Robots in Intelligent Fuel Processing of Power Plants  
/ Lv Jinpei Chen Xiaolong
- 56 Research Report on Empowering Intangible Cultural Heritage Mechanisms with Blockchain Traceability Systems  
/ Jiao Li
- 60 Reliability analysis of global Positioning system (GPS) in civil aviation navigation  
/ Hangcheng Zhao
- 63 The application path of data-driven military oil support technology in the field  
/ Xiuquan Yu Jianzhong Hou Qinfu Li Guoqing Zhi

# Innovation and application in data room project construction management

Li Guo

Walkhorizon Technology (Beijing) Co., Ltd., Beijing, 100015, China

## Abstract

With the continuous development of information technology, the construction of data room projects continues to advance. Computer room is the basic place environment for the use of computers to carry out business, facing the continuous development and expansion of business scope, the construction and management of data room project is facing new challenges, the current data room project construction management still has some problems, the use of innovative technology to strengthen the management of data room project construction is necessary. Based on this, this paper starts from the status quo of data room project construction management, analyzes the key points that affect the data room project construction, explores the application practice and strategy of innovative technology in the data room project construction management, in order to provide some references for related fields.

## Keywords

innovative technology; Data room; Project construction management; Application strategy

# 数据机房项目建设管理中的创新与应用

郭丽

沃科合众科技（北京）股份有限公司，中国·北京 100015

## 摘 要

随着信息技术的不断发展，数据机房项目建设也持续推进。机房是运用计算机开展业务的基础场所环境，面对着不断发展扩大的业务范围，数据机房项目的建设和管理面临着新的挑战，当前数据机房项目建设管理仍存在一些问題，利用创新技术加强数据机房项目建设的管理具有必要性。基于此，本文从数据机房项目建设管理现状出发，浅析影响数据机房项目建设的要点，探究创新技术在数据机房项目建设管理中的应用实践和策略，以期对相关领域提供一些参考借鉴。

## 关键词

创新技术；数据机房；项目建设管理；应用策略

## 1 引言

当前社会科学信息技术快速发展，计算机开始运用到许多领域，数字化时代到来，数据机房项目建设与管理变得越来越重要。数据机房中承载着许多的数据信息，但是近年来的建设管理中仍存在着许多问题，随着技术手段不断创新，在数据机房项目建设中运用创新技术成为促进问题解决的一个重要方式。运用 BIM 技术、大数据技术、人工智能技术、物联网技术等加强数据机房项目的建设管理是现阶段提升数据机房项目建设管理质量和效率的关键措施，创新技术的应用有助于降低施工成本，缩短工时，加强管理效果，推动数据机房实现更好发展<sup>[1]</sup>。

【作者简介】郭丽（1980-），女，中国山西临汾人，本科，高级工程师，从事数据中心、物联网、大数据、人工智能研究。

## 2 数据机房项目建设要点

### 2.1 人员素质

施工建设和管理人员是数据机房项目建设重点，人员的素质影响着项目建设整体质量和效率，也是保障数据机房项目建设进度的重要影响因素。人员素质既包括相关人员的职业道德操守，也包括人员的专业知识和技能、管理水平、决策能力等，这些都对数据机房项目建设具有重要影响。此外，在实际的项目建设环节，施工作业人员多是外包而来，人员素质参差不齐，许多施工人员缺乏专业的理论和实操技能培训，在面对施工突发情况时应对不足，极易导致施工安全事故，影响数据机房建设的整体质量<sup>[2]</sup>。

### 2.2 材料和设备质量

为了保证数据机房项目建设的质量，往往选用的材料和设备质量都需要严格把控，但是仍存在许多施工单位为了节约成本而选用与施工设计方案不相符的材料和设备。施工设计方案通常是根据数据机房项目建设的实际情况进行

的材料和设备型号设计,具有严格的材料和设备参数选择标准,施工单位需要严格按照设计方案规定的标准进行材料和设备选购,确保材料与设备购人与实际施工建设需求相匹配。

### 2.3 施工工艺方法

数据机房项目建设需要采用一些针对性的特殊施工工艺方法,例如空间规划、电力供应系统、安全和监控系统的建设,都需要特殊的施工工艺。施工工艺方法的选择和应用是数据机房项目建设的关键环节,实际施工环节应尽可能选择具有可行性的成熟的施工工艺,成熟的施工工艺往往成本较低,且在后期出现问题时能够借鉴以往经验及时进行工艺方法调整<sup>[3]</sup>。而创新技术的运用是一种新型施工工艺方法,新技术的运用存在一定的风险,施工单位需要综合考虑多方因素。

## 3 数据机房项目建设现存问题

### 3.1 设计问题

数据机房项目建设设计环节,部分设计人员缺乏对现场情况的了解,导致设计方案与实际的施工建设不符,更有一些设计人员自身缺乏对数据机房项目的了解,进行施工建设设计时照搬他人经验,导致施工设计方案僵硬陈旧,与实际建设不相匹配。一个优质的设计方案,需要综合考虑多方因素,注意到每一个细节,包括项目建设的空间规划,确保数据机房项目建设合理利用空间;包括项目建设的施工安全管理,确保数据机房项目建设的安全性;包括项目建设的施工监控,严格监控数据机房项目建设各环节、各流程,确保数据机房项目建设的质量。此外还需要根据具体的项目建设施工情况进行实时的设计方案调整。

### 3.2 监理问题

数据机房项目建设属于社会监理项目,然而大部分施工单位并不存在监理资质和监理经验。因此在数据机房项目建设开始之前需要对施工单位进行全面的调查和了解,确保施工单位具有监理资质。实际施工过程中需要定期开展监理会议,进行会议纪要,项目建设结束之后需要施工单位提供监理记录<sup>[4]</sup>。

### 3.3 安全和管理问题

数据机房项目建设过程中安全和管理问题是重中之重,数据机房建设中需要运用到许多电力设备,电力设备的施工安装存在一定的安全风险,需要严格做好漏电或触电的安全防范,确保施工人员人身安全和相关设备财产安全。加强项目建设管理变得格外重要。然而部分施工单位缺乏严格的管理制度,缺乏专业的管理人员,以致施工现场缺乏监督和管理,施工环节规范不足,极易出现安全事故和施工风险,进而影响数据机房项目建设的质量和效率。

## 4 创新技术在数据机房项目建设管理中运用的重要性

BIM 技术在数据机房项目建设管理中的应用可以优

化施工方案设计,协调设计方案与具体的施工作业,运用 BIM 模型可以实现对施工各环节的可视化监督,确保施工质量,降低返工成本。大数据技术可以对大量的施工数据进行整合分析,全面评估影响施工的多种因素,提高施工决策的科学性和精确性,进而优化资源配置,保证资源合理利用。物联网技术具备实时监控的功能,可以对数据机房项目建设设备进行监控,了解设备是否能够正常运行、是否具有故障和安全隐患,从而提高机房设备的运行效率,降低安全风险。人工智能技术可以实现智能化的管理,借助智能算法可以实现对施工成本、施工质量、施工进度全面管控,从而提升管理水平。这些创新技术的运用可以有效提升数据机房项目建设管理的质量和效率。此外,加强数据机房项目建设的管理的有效性能够确保施工建设有序开展,保证各阶段、各环节工作的循序渐进,优化资源配置,确保施工进度。科学的管理方式和管理工具十分重要,管理水平的提升是实现数据机房项目实现高质量建设的保障。

## 5 创新技术在数据机房项目建设管理中的应用实践

### 5.1 BIM 技术

BIM 技术在数据机房项目建设管理中具有十分重要的应用价值,BIM 技术可以通过建立多维模型实现对施工项目建设各环节的可视化监督,构建 BIM 数字平台方便项目施工各方沟通。首先,通过 BIM 模型还能够帮助优化项目施工管理,借助模型可以了解机房项目设备的布局,了解空间利用情况,合理设计管线系统,为施工设计提供数据信息支持。其次,施工环节中 BIM 技术也有重要作用,BIM 技术可以对施工过程进行模拟,识别施工重难点和施工风险,及时改进施工方案,降低施工风险。管理实践中,BIM 技术可以对施工进度进行管理,跟踪施工进度,及时进行施工调整以促进施工效率的提高。此外,BIM 技术在数据机房项目运用和维护环节也发挥着重要作用,BIM 模型提供数据信息的整合集成,为运营和维护人员获取数据和信息提供便利,方便相关人员加强对数据机房项目运营和维护的管理,同时 BIM 技术的运用还能够加强机房设备的生命周期管理,降低运营和维护成本。

### 5.2 大数据技术与人工智能技术

大数据技术和人工智能技术对于数据机房项目建设与管理意义重大。大数据技术通过数据分析可以对机房项目建设产生的大量数据信息进行整合和处理,其数据整合和处理的效率较高,可以为项目施工提供精准的决策支持,达到资源的优化配置,同时对海量数据信息进行分析处理还有助于加强成本预测和风险识别。人工智能技术则能够有效提升数据机房项目的管理效率,借助智能算法可以优化施工流程,实现智能化的调度、风险监测和管理。若将大数据技术与人工智能技术进行有效结合,可以进一步提升数据机房项目建



设管理的整体质量和水平。

### 5.3 物联网技术

物联网技术的运用可以实现数据机房项目建设管理的实时监控和智能管理,通过物联网设备可以获取数据机房的环境数据,包括环境温湿度、设备能耗等,这些数据可以上传至物联网管理平台,为相关管理人员提供环境和设备参数,方便其及时进行管理调整,降低环境对机房设备的影响,减轻设备故障概率。物联网技术是一种远程监督与管理技术,通过对数据机房的数字化、智能化管理,可以有效降低运营和维护成本,提高管理水平。

## 6 数据机房项目建设管理工作内容

### 6.1 安全管理

数据机房项目建设管理中安全管理是重点内容,安全管理内容包括对数据机房内的人员、设备、物品等的多方面保护,加强安全管理有助于预防安全风险。首先需要加强相关管理人员的安全管理知识和技能培训;其次施工单位需要加强宣传,建立安全管理制度,提升相关人员的安全管理意识,进而确保数据机房项目建设安全管理的有效实施;此外安全管理还包括人员和设备的管理,应对人员进出和设备使用做好登记,定期进行消防检查和设备维护,确保数据机房数据的安全性。

### 6.2 运维管理

数据机房项目的运维管理也十分重要,运营和维护管理是数据机房项目管理的基础内容,涵盖服务器、电力、安防、网络、布线等多方面,需要对数据机房进行全方位的监控,通过监控及时发现异常情况并进行应对处理。同时借助运维管理,相关人员还可以根据实际情况制定维护计划,定期对设备、系统进行检测,确保系统和设备运行的安全性。

### 6.3 应急管理

数据机房应急管理是针对机房内部存在的风险作出相应的应急解决措施。对于数据机房而言,内部环境、电力系统、线路布局、服务器等都可能存在安全风险。例如湿热的机房环境、电线裸露等,极易出现设备故障、引发火灾,因此加强应急管理具有必要性。通过应急管理制定合理的应急预案,在发生突发事件时及时予以应对解决,尽可能将风险降到最低。

## 7 数据机房项目建设管理优化方法

### 7.1 健全完善规章制度

数据机房项目建设管理需要建立严格的规章制度,规章制度是施工和管理工作开展的基础。首先,数据机房中的设施设备需要组建专门部门进行集中管理,需要将相关管理记录在册,方便出现问题时进行参考。其次,应建立人员责任制,将管理任务落实到个人身上,在出现问题时追究个人责任,以便提高相关管理人员的工作积极性,提高管理工作的质量。此外,需要加强设备软件的管理,完善软件的监督

和控制,避免软件出现木马、病毒等情况。最后需要加强安全管理制度建设,应对硬件设备故障、温湿度环境、电线线路布局等的安全隐患,确保设备硬件性能完好、电线布局合理、环境条件适宜,最大程度地提高数据机房管理的安全性。数据机房项目建设施工单位需要健全完善相关规章制度,严格按照规章制度开展工作,避免不规范操作引起的安全问题。

### 7.2 进行定期的设备维护

数据机房设备维护包括制度、监督、检查、维护等方面内容。首先是制度层面,需要根据数据机房设备的实际情况建立科学合理的设备使用制度,确保设备的使用方法得当,使用时长合理,避免出现使用不当导致设备使用寿命缩减。其次是监督层面,需要加强对设备使用的监督,要求相关人员严格按照制度规定进行操作,避免出现人为破坏。此外是检查层面,相关管理人员需要对数据机房设备进行全方位的检查,保证设备使用后恢复原位,方便再次使用。最后是维护层面,数据机房项目建设施工单位需要定期安排专业的技术人员对设备进行维修和养护,保证设备的性能功能正常,维持设备运行的稳定性。

### 7.3 提升数据机房内部人员专业素养

人员素质是影响数据机房项目建设管理质量和效率的重要影响因素,因此加强人员的培训具有必要性。首先,在招聘环节需要拓宽选聘人才渠道,引进具有专业知识技能的高素质人才,提高数据机房项目建设管理人员团队的整体素质。其次,需要对内部人员开展定期的教育培训,帮助相关人员了解数据机房项目建设管理的工作内容,进行相关技能知识和创新技术的培训,提高人员工作能力,促进数据机房项目建设管理效率的整体提升。

## 8 结语

随着计算机技术的应用领域越来越广泛,数据机房的建设管理也随之不断发展。但是当前数据机房项目建设管理仍存在问题,传统技术在数据机房项目建设管理中的应用效果大大降低,创新技术的运用具有现实意义。运用BIM技术、大数据技术、物联网技术和人工智能技术可以有效提升数据机房项目建设管理的质量和效率,促进数据机房更好地适应社会的快速发展。

### 参考文献

- [1] 陈志杰,汪权方,李中元. 浅谈高校信息化计算机机房建设与管理[J]. 科技创新导报,2021,18(1):126-130.
- [2] 龚雪. 计算机机房网络建设的安全与管理[J]. 网络安全技术与应用,2022(8):10-12.
- [3] 杨荣明,赵苑蓓. 浅谈高职院校信息化计算机机房建设与管理[J]. 信息技术时代,2024(15):182-184.
- [4] 安亮. 浅谈计算机机房建设的安全管理与问题分析[J]. 通讯世界,2021,28(5):215-216.

# The application practice of high-speed transmission protocol in image communication in the field of HD video

Lihong Ma Yulun Zhang Ligu Ma\* Yuzhou Jiang

Unit 32683 of the Chinese People's Liberation Army, Shenyang, Liaoning, 110001, China

## Abstract

With the wide popularity of hd video and high-resolution image application, the field of image communication puts forward higher requirements for high-speed and stable transmission protocol. In this context, the application of high-speed transmission protocols (such as HDMI, DisplayPort, USB3.0, etc.) in the field of HD video has attracted wide attention. These protocols provide technical support of high bandwidth and low latency for the transmission of HD video signals, and solve the problems of insufficient bandwidth and low transmission rate of traditional transmission modes. This paper analyzes the working principle of existing high-speed transmission protocols and their application in the field of HD video, discusses their advantages and challenges in practical scenarios, and proposes the future development direction. The research shows that with the continuous progress of technology, high-speed transmission protocol will play a more important role in HD video transmission, especially in 4K, 8K video transmission, virtual reality, augmented reality and other high bandwidth applications.

## Keywords

image communication; high-speed transmission protocol; high-definition video; transmission technology; DisplayPort; HDMI; USB3.0

# 图像通信中高速传输协议在高清视频领域的应用实践

马丽红 张宇伦 马立国\* 姜昱舟

中国人民解放军 32683 部队, 中国 · 辽宁 沈阳 110001

## 摘 要

随着高清视频和高分辨率图像应用的广泛普及, 图像通信领域对于高速、稳定的传输协议提出了更高的要求。在这一背景下, 高速传输协议(如 HDMI、DisplayPort、USB3.0 等)在高清视频领域的应用得到广泛关注。这些协议为高清视频信号的传输提供了高带宽、低延迟的技术支持, 解决了传统传输方式带宽不足、传输速率低等问题。本文通过分析现有高速传输协议的工作原理及其在高清视频领域的应用, 探讨了它们在实际场景中的优势与挑战, 并提出了未来发展方向。研究表明, 随着技术的不断进步, 高速传输协议将在高清视频传输中发挥更为重要的作用, 尤其是在 4K、8K 视频传输以及虚拟现实、增强现实等高带宽应用中具有广泛的应用前景。

## 关键词

图像通信; 高速传输协议; 高清视频; 传输技术; DisplayPort; HDMI; USB3.0

## 1 引言

随着信息技术的飞速发展, 高清视频已成为现代生活中不可或缺的内容形式, 广泛应用于电视广播、娱乐、视频会议、虚拟现实等多个领域。高清视频的呈现要求高带宽、高质量的传输方案, 传统的视频传输技术往往存在带宽限制、延迟高、抗干扰能力差等问题, 难以满足高清视频信号的需求。因此, 高速传输协议的出现和发展, 为高清视频的流畅传输提供了强有力的技术支持。

【作者简介】马丽红(1976-), 女, 中国辽宁沈阳人, 硕士, 高级工程师, 从事视频会议及其应用研究。

【通讯作者】马立国(1978-), 男, 中国辽宁沈阳人, 硕士, 高级工程师, 从事网络管理及网络安全研究。

高速传输协议, 如 HDMI(高清多媒体接口)、Display Port(显示端口)和 USB3.0(通用串行总线 3.0)等, 已成为图像通信领域的核心技术之一。这些协议具有较高的传输速率、低延迟以及支持高分辨率图像的能力, 为高清视频的传输提供了保障。然而, 尽管这些协议在实际应用中展现出良好的性能, 但在特定应用场景下, 如高分辨率、长距离传输等, 仍面临一些技术挑战。因此, 探索这些高速传输协议在高清视频领域的应用实践及其未来发展趋势, 成为提升图像通信技术质量的重要研究方向。

本文将首先介绍高速传输协议的基本原理与技术特点, 接着分析这些协议在高清视频领域中的具体应用, 探讨它们在实际应用中遇到的技术挑战和解决方案, 最后对未来高速传输协议在高清视频领域的研究趋势进行展望。

## 2 高速传输协议的工作原理与技术特点

### 2.1 HDMI 协议

HDMI (High-Definition Multimedia Interface, 高定义多媒体接口) 是目前最广泛应用于高清视频传输的协议之一。HDMI 协议支持音视频信号的同步传输, 采用数字信号传输方式, 能够以较低的延迟和较高的传输速率提供高清晰度的音视频信号。HDMI 2.1 标准的推出进一步提升了其带宽, 支持高达 48Gbps 的传输速率, 能够满足 4K、8K 等超高分辨率视频的需求。

HDMI 协议的主要特点包括高带宽、低延迟、支持色深和高动态范围 (HDR) 等。它通过简化接线, 减少了传统模拟信号传输中的信号损失和干扰, 保障了信号的高质量传输。HDMI 还支持多声道音频传输, 并能够传输控制信息, 从而使得音视频设备之间的互联变得更加方便和灵活<sup>[1]</sup>。

### 2.2 DisplayPort 协议

DisplayPort (DP) 是由 VESA (Video Electronics Standards Association) 推出的数字显示接口标准, 广泛应用于计算机和显示器之间的视频信号传输。DisplayPort 协议与 HDMI 类似, 采用数字信号传输, 支持高分辨率视频和音频信号的同步传输。相比 HDMI, DisplayPort 的优势在于支持更高的带宽, 并能够支持多个显示器的同时连接, 适合高性能计算和专业显示设备使用。

DisplayPort 1.4 版本支持高达 32.4Gbps 的传输速率, 能够支持 8K 视频分辨率及更高的帧率, 对于多媒体和 VR/AR 等需要高分辨率、高刷新率的视频传输场景具有显著优势。此外, DisplayPort 协议还支持多通道音频传输, 具有较强的兼容性, 能够通过适配器与 HDMI、DVI 等其他接口进行转换。

### 2.3 USB3.0 协议

USB3.0 (Universal Serial Bus 3.0) 是用于数据传输的高速接口标准。虽然 USB 最初是为了数据交换而设计的, 但随着技术的进步, USB3.0 协议逐渐被应用于高清视频传输领域。USB3.0 协议的传输速率可达到 5Gbps, 足以支持 1080p、4K 等高清视频信号的传输<sup>[2]</sup>。

与 HDMI 和 DisplayPort 相比, USB3.0 协议的优势在于其广泛的应用场景和较高的兼容性。USB3.0 不仅可以传输视频信号, 还能够同时传输电力, 因此在许多便携式设备上得到广泛应用, 如智能手机、平板电脑和笔记本等设备。USB3.0 协议的普及使得高清视频传输更加灵活和便利, 尤其适用于高清视频输出设备和移动设备之间的连接。

## 3 高速传输协议在高清视频领域的应用实践

### 3.1 4K 和 8K 视频传输

随着 4K、8K 分辨率的视频逐渐成为主流, 高速传输协议在高清视频传输中的应用愈加重要。4K 和 8K 视频由于其超高分辨率和大数据量, 需要较高的带宽和传输速率

才能保证视频的流畅播放。尤其是在超高清电视、专业视频编辑以及高端游戏显示中, 对带宽的需求更为苛刻。传统的 HDMI 2.0 协议在传输 4K 视频时已经显得力不从心, 而 HDMI 2.1 和 DisplayPort 1.4 协议的出现, 极大地提升了高清视频传输的带宽, 支持超高分辨率视频的实时传输。HDMI 2.1 提供高达 48Gbps 的带宽, 这使得它能够支持高分辨率视频的流畅播放, 并支持更高的帧率, 适应了 4K、8K 视频的需求。以 HDMI 2.1 为例, 其高达 48Gbps 的带宽支持 4K、8K 视频的传输, 可以提供更高的图像清晰度、更流畅的播放效果和更细腻的色彩表现。通过支持更高的帧率和更广的色域, HDMI 2.1 实现了更为真实的图像呈现, 尤其是在动态视频场景中, 能够提供更为流畅的视觉体验。DisplayPort 1.4 在传输 8K 视频时, 凭借其较高的带宽, 能够提供高质量的图像输出, 适用于专业视频编辑、游戏显示和虚拟现实等应用场景。

### 3.2 虚拟现实与增强现实应用

虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 技术对视频传输的要求更为苛刻。为了保证沉浸式体验, VR/AR 设备需要处理大量的高清视频数据, 这要求传输协议必须具备极高的带宽和低延迟特性。尤其在 VR/AR 应用中, 任何延迟或视频卡顿都可能导致用户的沉浸感受到严重影响。因此, VR/AR 设备对高速传输协议的带宽、延迟、稳定性等方面的要求极高。HDMI 和 DisplayPort 等高速传输协议已在 VR/AR 设备中得到广泛应用, 并且在未来几年将继续扮演关键角色。举例来说, 使用 DisplayPort 协议连接的 VR 头显能够在高带宽条件下支持高分辨率、高刷新率的视频传输, 从而为用户提供流畅的 VR 体验。DisplayPort 1.4 协议能够支持高达 32.4Gbps 的带宽, 这使得它能够满足 VR 头显在高分辨率和高刷新率下对带宽的巨大需求, 确保图像清晰且无拖影, 从而提升沉浸感。与之类似, USB3.0 协议也在移动 VR 设备中得到了应用, 其支持较高带宽的特性为移动 VR 设备提供了强有力的支持。USB3.0 的传输速率可达到 5Gbps, 在移动 VR 设备中, 尤其是在无线传输和高质量视频流媒体传输中具有很大的优势。此外, 随着无线传输技术的发展, WiGig 和 Wi-Fi 6 等新型无线传输协议也开始被应用于 VR/AR 设备中, 它们能够提供高速、低延迟的无线数据传输, 满足 VR/AR 应用对带宽和延迟的要求, 进一步提升用户体验。总的来说, VR 和 AR 技术对视频传输协议的高带宽、低延迟要求促使传输技术不断发展, 从而推动这些技术在娱乐、教育、医疗等领域的广泛应用。

## 4 高速传输协议在高清视频传输中的挑战与发展方向

### 4.1 传输距离与信号衰减问题

尽管高速传输协议在高清视频传输中展现出强大的性能, 但在长距离传输中仍面临信号衰减和干扰的问题。特别



是在超高分辨率视频传输时，传输距离和信号质量之间的矛盾更加明显。例如，当高清视频信号传输超过一定距离时，信号的强度会减弱，导致图像质量下降、色彩失真，甚至出现信号丢失的现象。随着分辨率的提高，视频数据量也相应增加，这对传输信号的质量和带宽要求也更加严苛。因此，如何有效地解决信号衰减问题，成为高速传输协议应用中的一个重要课题。为了应对这一挑战，研究者提出了多种解决方案，包括使用光纤传输、增强信号放大技术以及引入中继器等方式。这些技术能够有效延长传输距离，并通过减少信号干扰和衰减，保持信号的高质量输出。例如，光纤传输由于具有较低的衰减率和更强的抗干扰能力，已逐渐成为长距离高清视频传输中的一种理想选择。此外，在实际应用中，合理部署信号放大器和中继装置，能够大幅度提高传输信号的稳定性，从而确保高质量视频的远距离传输<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 协议的兼容性与标准化问题

高速传输协议虽然在高清视频传输中有着广泛的应用，但不同协议之间的兼容性和标准化问题依然存在。不同传输协议之间的设备兼容性问题，往往导致不同品牌、不同型号的设备间无法顺利连接，这对用户的使用体验构成了障碍。例如，HDMI 和 DisplayPort 虽然都能够实现高清视频信号的传输，但由于它们的物理接口、数据传输方式等方面的差异，导致在设备连接和互操作时常常出现不兼容的问题。在不同协议之间进行转换时，需要使用适配器或转换器，这可能会增加设备的成本，也可能带来信号损失或延迟。为了缓解这一问题，推动高速传输协议的标准化进程显得尤为重要。统一的标准能够确保不同品牌、不同设备间的互联互通，提升系统的兼容性和可操作性。近些年来，国际标准化组织和行业协会正在加速推进高速传输协议的标准化工作，如 HDMI 2.1 与 DisplayPort 2.0 等新一代协议的发布，已在一

定程度上解决了兼容性问题。然而，仍有许多不同协议和接口类型需要通过进一步的标准化和优化，才能在全球范围内实现更好的兼容性，从而促进高清视频技术的普及和应用。

## 5 结语

高速传输协议在高清视频领域的应用实践展示了其强大的性能和广阔的前景。随着 4K、8K 视频以及 VR/AR 等高带宽应用的不断发展，高速传输协议将发挥越来越重要的作用，推动高清视频产业的创新和进步。通过提供更高带宽、更低延迟的信号传输，这些协议在满足高清视频质量要求的同时，还将促进虚拟现实、增强现实等新兴技术的发展，为用户带来更加沉浸式的体验。然而，尽管高速传输协议已在高清视频传输中取得显著成果，但仍面临着一些挑战，如长距离传输中的信号衰减问题、协议间的兼容性问题等。这些问题影响了高清视频信号的质量和传输效率，限制了其在一些特定应用场景中的进一步普及。因此，未来的研究和技术创新应继续聚焦于如何提高传输距离、优化信号质量、提升协议的兼容性和标准化，以满足日益增长的高清视频和其他高带宽应用的需求。随着技术的不断进步，未来高速传输协议将在高清视频领域得到更加广泛的应用，为图像通信的提升和创新提供有力支持，推动整个行业的发展。

## 参考文献

- [1] 刘伟娜.DCS远程专家指导系统中图像传输的研究与实现[D].华北电力大学,2015.
- [2] 郑杰文.基于跨层设计与不平等差错保护的水声网络渐进式图像传输[D].华南理工大学,2019.
- [3] 孙黎明.高帧频CMOS相机图像处理系统设计[D].西安工业大学,2011.
- [4] 郑杰文.基于跨层设计与不平等差错保护的水声网络渐进式图像传输[D].华南理工大学,2019.

# Discussion on computer network information security and prevention strategy in the background of big Data

Nan Yu

Zhongyi Tietong Co., Ltd., Jiangsu Branch, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

## Abstract

Thanks to the rapid development of information technology, big data has become an important force to promote social progress and economic development. However, the problem of computer network information security is becoming increasingly prominent with the wide application of big data technology, and has become the focus of global attention. While threatening personal privacy and corporate secrets, computer network information security incidents such as network attacks, data leakage and privacy infringement occur frequently, which also pose a serious threat to national security. Therefore, it is of great significance to ensure the security of information resources and maintain the stability of network space, and to discuss the information security and prevention strategies of computer network under the background of big data. It is expected that the research of this paper will provide valuable reference for people in related fields to jointly promote the development of computer network information security technology and build a more secure digital world.

## Keywords

big data; computer network; information security; problem; prevention strategy; discussion

# 大数据背景下计算机网络信息安全及防范策略探讨

于楠

中移铁通有限公司江苏分公司, 中国 · 江苏 南京 210000

## 摘 要

得益于信息技术迅猛发展, 大数据成为推动社会进步和经济发展的重要力量。但计算机网络信息安全问题也随着大数据技术的广泛应用而日益突出, 并成为全球瞩目的焦点。在威胁个人隐私和企业机密的同时, 网络攻击、数据泄露、隐私侵害等计算机网络信息安全事件频发, 也对国家安全构成严重威胁。因此, 保障信息资源安全以及维护网络空间稳定, 就大数据背景下探讨计算机网络信息安全与防范策略意义重大。期望通过本文的研究, 为相关领域的人员共同推动计算机网络信息安全技术的发展以及构建更安全的数字世界提供有价值的参考。

## 关键词

大数据; 计算机网络; 信息安全; 问题; 防范策略; 探讨

## 1 大数据背景下计算机网络信息安全防范意义

随着信息技术的飞速发展, 尤其是大数据、云计算及人工智能等技术的广泛应用, 计算机网络信息安全的挑战愈加严峻。大数据背景下, 数据量、数据种类及其处理的复杂性都达到了前所未有的程度, 这使得传统的网络安全防护措施面临极大的压力。大数据背景中的信息安全不仅关系到企业的商业秘密与数据隐私, 也涉及社会、国家的安全与稳定。大数据的快速增长和多样化给信息安全防护带来了新的挑战<sup>[1]</sup>。首先, 大数据的收集和存储往往跨越多个平台与系统, 传统的安全防护策略往往侧重于单一环境, 无法有效应

对跨平台的安全威胁。其次, 数据的共享与交换使得安全漏洞的传播路径更为复杂和难以控制, 攻击者通过各种手段入侵并窃取敏感数据的风险增加。再者, 数据本身的种类和结构复杂, 如何在庞大而多样的数据中精准筛选出潜在的安全威胁, 成为一项巨大的技术挑战。因此, 面对大数据带来的信息安全风险, 必须采取更加科学、系统的防护措施, 以确保信息的完整性、保密性和可用性。

## 2 大数据背景下计算机网络信息安全面临的主要问题

### 2.1 数据存储和传输中的安全隐患

在大数据背景下, 计算机网络信息安全的核心环节就是数据的存储和传输。但是, 传统的存储技术和加密机制已经不能在数据量越来越大的情况下有效地保证数据的安全。

【作者简介】于楠(1979-), 男, 中国江苏南京人, 本科, 助理工程师, 从事网络信息安全研究。

大数据的存储一般分布在多个数据中心或云平台上,如此一来在存储过程中数据的安全问题也会变得更为复杂。即数据的加密、访问控制及备份措施等多个方面难以实现全面覆盖,特别是数据存在多平台间传送情况,可能会有未加密的传送路径,这样一来极易发生数据传送过程中被攻击者窃取或篡改。另外,数据存储中也存在着安全管理问题。结合实践来看,大数据通常包含着大量非结构化和结构化数据,在这种情况下怎么样对它们开展有效地分类、标记和保护便成为数据安全中的关键问题。一旦存储介质受到恶意攻击或是物理损坏将会造成大量敏感信息的泄露,从而对企业或个人隐私安全构成严重危害。

## 2.2 大数据分析中的隐私泄露问题

从海量数据中提取有价值的信息是大数据分析技术的核心,但与此同时,隐私保护在数据分析中的问题也越来越凸显。大数据分析过程中,数据的匿名化、去识别化处理并非百分百安全,只需通过数据挖掘技术使用户身份信息得以恢复,因而隐私泄露的可能性是存在的。特别是数据泄露的风险,在与第三方平台共享、交换数据时更容易出现<sup>[2]</sup>。比如大量涉及个人敏感数据的医疗、金融等行业,如果其数据不妥善处理或存储会造成严重的隐私侵害后果发生。虽然大数据分析提供精准预测和个性化服务,但相应的其被不法分子借助数据分析窃取用户隐私数据的概率大大增加。隐私数据泄露在给个人造成损害的同时,更有可能对整个行业乃至社会带来广泛负面影响。

## 2.3 大数据平台的安全漏洞

大数据技术发展到今天,凭借着自身独特优点利用其平台处理分析海量信息的企业和组织越来越多。但这些平台通常由若干个复杂程度较高的部件及技术组成,这就意味着在不同环节中容易产生安全漏洞。特别是采取开放式设计大数据平台会因系统更新、防护软件等更新不及时出现很多安全漏洞,它们便成为潜在的攻击点。不法分子在攻击大数据平台时通常会利用这些安全漏洞开展针对性攻击,以达到窃取或篡改数据目的。而若大数据平台被攻破,由于其中涉及海量数据造成的损失将是灾难性的。另外,大数据平台中访问权限若存在管理不当或者身份认证机制不健全,也为攻击者提供了一个可乘之机。因此,如何加强大数据平台的安全性,防止被不法分子通过各种漏洞进行攻击是目前面临的一大挑战。

# 3 大数据背景下计算机网络信息安全问题的防范策略

## 3.1 强化数据存储和传输中的安全措施

为了保证数据的安全性,在大数据的存储与传输过程中首先要采用多层次的安全防护措施。为了保证数据在静态存储状态下的安全,数据加密是第一技术手段,计算机网络可以采用 AES-256 等符合行业标准的加密算法。另外在数

据传送的时候,为了防止数据外泄和篡改,计算机网络除了继续使用传统的 SSL/TLS 协议(该协议已包含基于公钥加密和数字证书的身份验证机制)外,还可以探索和应用其他先进的端对端加密技术,以满足特定场景下的安全需求。同时,可以强化身份验证机制,如实现严格的双向身份验证,以进一步提高通信的安全性。为了进一步提高访问控制的精确性,同时又须保证只有合法用户可以访问数据,就必须结合多方面的身份认证技术。在用户身份验证后,计算机系统会以最小权限原则实施严格的权限分配,对用户的访问行为进行动态监控,同时内部和外部潜在威胁及时进行识别和防范<sup>[3]</sup>。除了强化加密措施以外,数据备份与恢复同样关键。对此,我们可以以下几个方面着手,先要选择增量备份、差异备份等高效可靠的备份策略,在保证备份数据与原始数据采用相同加密算法进行保护的同时,定期将重要数据存储到不同的物理位置或云端上,以防止不法分子在获取数据后对备份数据进行破坏。除常规备份外,异常情况下建立数据恢复的清晰流程,确保数据在紧急情况下能较快恢复到正常业务操作状态。另外,考虑单点失效的可能冲击,采用分散式存储系统是重要的降低此类风险的重要手段。同时通过在多个节点分散数据存储时,实行数据冗余技术,可以有效避免由于某一节点故障而造成的所有数据丢失或者泄露。同时针对存储系统的安全性,除了硬件保护之外,还要定期对存储系统进行漏洞扫描和修复,确保计算机系统没有安全漏洞。最后,计算机网络中诸如防火墙、入侵侦测系统(IDS)、入侵防御系统等网络安全软件都需要与数据存储和传输方案紧密集成,以实时安全监控和威胁识别。同时为了提高计算机网络整体安全性,我们还可以采用人工智能和机器学习技术,如深度学习算法(如卷积神经网络 CNN、循环神经网络 RNN)或监督学习算法(如支持向量机 SVM、随机森林 RF),实时审计数据访问日志对潜在非正常活动进行识别,以及时做相应处理避免数据泄露或被破坏。另外,在数据存储和传输的全过程中,为了避免不必要的敏感信息泄露,应该始终坚持数据最小化原则,计算机网络只有对必要的数据进行存储和传送。

## 3.2 提升大数据分析中的隐私保护能力

大数据分析中,计算机网络信息安全要对数据处理与分析过程采取多层次措施,从而保证用户个人隐私信息得到有效保护。首先,数据去标识化与匿名化技术是隐私保护手段的基础,特别是通过删除或替换数据中的可辨识信息(如:姓名、身份证号等),这样计算机网络在处理用户个人数据时能够确保其无法追溯到具体个人,从而达到隐私保护目的。另外,为了保证数据的隐私性,计算机网络仍须严格按照数据最小化的原则,即只对分析和采集与任务有关的数据集,避免其他与任务不相关的敏感信息被采集和存储。采用同态加密技术、加密计算等针对医疗、金融等涉及高隐私领域的数据进行加密处理,这能够对隐私数据进行有效保护。



比如,同态加密技术的应用可以直接在已经被加密的数据上进行计算,而不需要解密,这样在处理过程中便可避免了数据所暴露出来的危险性;加密计算则先是进行数据加密处理后再执行分析任务,如此一来即便不法分子在任务分析过程中攻击获取到部分数据,但重要的敏感数据却不能被读取或者恢复。与此同时,计算机网络中还需引入精细的访问控制机制和数据审核功能,以增强数据共享过程中的隐私保护<sup>[4]</sup>。计算机网络每次数据分享或交换都要经过严格的权限验证,确保只有经授权的用户才能访问数据,同时为杜绝未经授权的数据外泄情况发生,计算机网络还需对数据共享过程中要对数据进行实时监控记录数据使用日志。最后,计算机网络还应当利用差分隐私技术,为数据分析提供隐私保障。简单而言,通过在数据分析结果中加入噪声以及模糊处理敏感字段等手段,确保即使计算机网络中存在多个数据访问者共同分析时,单个用户隐私信息仍能得到有效的保护不被揭示出来。另外,计算机网络采用数据脱敏技术通过对敏感字段进行模糊处理,这样避免在数据显示或生成相关报告时有效降低隐私外泄风险,从而最大程度地保护用户隐私信息不被泄露。

### 3.3 加强大数据平台的漏洞修复与安全防护

针对计算机网络中大数据平台存在的安全漏洞,我们可以实行以下几方面防范策略。一是为发现计算机系统中潜在的网络漏洞而定期开展大数据平台组件安检工作。这一过程既包括对计算机操作系统、数据库及应用程序的审查,也包括扫描第三方插件、数据库的漏洞工作。同时为促使漏洞检测的效率及精确性都将得到提高,我们还可以引入自动化的安全测试工具。二是在大数据平台的安全架构中设计包括入侵检测系统(IDS)、入侵防御系统(IPS)在内的多层防护机制,以实现从外部威胁的角度对平台防线进一步增强。这样一来计算机网络的大数据平台便可以借助设置不同层次的保护来有效阻止DDoS攻击、SQL注入等多种攻击类型。三是针对大数据平台的计算机网络接入控制必须实行严格的身份认证机制,其中包含多种身份验证方式,包括多因素认证(MFA)以及用户名、密码、指纹、动态口令等多种身份的验证方式,确保只有授权用户才能对平台数据进行

访问<sup>[5]</sup>。同时,为了进一步降低潜在的安全隐患,平台要采用基于角色的访问控制策略,保证用户在权限范围内可以访问相应的数据和服务。四是API安全设计也是大数据平台安全防护中的关键一环,平台应采用API网关,以主流安全协议(如OAuth 2.0)和JWT(JSON Web Token)的安全验证为基础,实施基于HTTPS及JWT的安全验证,避免数据访问和未经授权操作。五是为了提高大数据平台的实时安全监控能力,我们在计算机网络中应用人工智能和机器学习技术对平台中相关行为开展实时监控和分析。比如,我们通过对计算机网络开展机器学习模型的训练,使用像GPT、BERT等预训练大模型,并在安全数据集上进行微调,能够有效识别非正常流量、权限滥用等异常行为,并对潜在的安全威胁进行快速反应。另外,大数据平台还应建立安全事件响应的灵活机制,这能确保一旦发现计算机网络漏洞或安全事件出现就能很快定位问题并实施修复操作。

## 4 结语

综上所述,计算机网络信息安全面临的挑战在大数据技术不断进步和应用领域深入背景下日益扩大。通过对当前计算机网络信息安全所面临的主要问题及其在大数据背景下的防范策略展开分析可以看出,信息安全不单单是技术层面的问题,更重要的是管理、法律以及伦理等多方面问题的综合反映。因此大数据时代信息安全所带来的挑战,只有通过强化技术、管理、法律等多方面的共同努力才能得到有效的应对。

## 参考文献

- [1] 孙玮.大数据背景下计算机网络信息安全及防范策略研究[J].数字通信世界, 2022(12):169-171.
- [2] 钱利君.大数据背景下计算机网络信息安全与防护策略探析[J].商情, 2023(17):0149-0152.
- [3] 李华龙,陈力超.大数据时代的计算机网络信息安全问题及防范策略[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [4] 杜永聚.大数据背景下的计算机网络信息安全问题及防护措施[J].Electronic Communication & Computer Science, 2022, 4(5).
- [5] 任剑洪,郭子军.大数据背景下的计算机网络安全及防范策略[J].信息产业报道, 2023(11):0034-0036.

# Design and optimization of high performance RF circuit

Jiawei Xie

The 34th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Guilin, Guangxi, 541004, China

## Abstract

With the rapid development of radio frequency technology, radio frequency circuit plays a vital role in communication, radar, measurement and a variety of high-frequency applications. As a common key component in RF circuits, the attenuator is widely used in signal regulation and power control. This paper discusses the design and optimization of high performance CNC attenuator. First, we introduce the basic principle of the CNC attenuator and its function in the RF circuit, and the main design parameters of the the attenuator are analyzed. Secondly, the circuit design of high-performance CNC attenuators is studied, including the optimization strategy for key indexes such as attenuation range, linearity, bandwidth, and insertion loss. Finally, the performance of the design scheme is evaluated by the simulation analysis and experimental validation. The results show that the designed CNC attenuator has low insertion loss and good linearity, which is suitable for high-frequency broadband communication system. This design provides an effective solution for the high performance requirements of future RF circuits.

## Keywords

RF circuit; CNC attenuator; design optimization; high performance; circuit simulation

# 高性能射频电路数控衰减器的设计与优化

谢嘉威

中国电子科技集团公司第三十四研究所，中国·广西 桂林 541004

## 摘 要

随着射频技术的迅速发展，射频电路在通信、雷达、测量及多种高频应用中发挥着至关重要的作用。衰减器作为射频电路中常见的关键组件，广泛应用于信号调节和功率控制。本文主要探讨了高性能射频电路数控衰减器的设计与优化方法。首先，介绍了数控衰减器的基本原理及其在射频电路中的作用，并分析了衰减器的主要设计参数。其次，研究了高性能数控衰减器的电路设计，包括衰减范围、线性度、带宽、插入损耗等关键指标的优化策略。最后，通过仿真分析与实验验证，评估了设计方案的性能。结果表明，所设计的数控衰减器在满足高性能要求的同时，具有较低的插入损耗和良好的线性度，适用于高频率宽带通信系统。该设计为未来射频电路的高性能要求提供了有效的解决方案。

## 关键词

射频电路；数控衰减器；设计优化；高性能；电路仿真

## 1 引言

射频电路作为现代通信技术的基础之一，其在无线通信、雷达系统、卫星通信等领域得到了广泛应用。射频衰减器作为射频电路中的重要组成部分，起到了调节信号强度和功率的作用，特别是在需要精确控制信号的强度与质量的系统中，如信号调理、测试设备、频谱分析等。随着高性能通信系统和新型传感器的出现，传统的手动衰减器无法满足对高精度、快速响应和高频带宽的需求，数控衰减器作为一种新兴的射频电路组件，逐渐成为现代射频系统中的关键设备。

然而，传统数控衰减器在设计过程中通常面临诸如衰

减范围不够宽广、插入损耗过大、频率响应不平坦等问题。

因此，针对这些问题进行设计优化，提高数控衰减器的性能，已成为射频电路设计中的一项重要课题。本文通过研究数控衰减器的设计原理，提出了一种高性能射频数控衰减器的设计方案，重点关注衰减器的线性度、插入损耗、带宽等关键指标的优化，以期对射频电路的高效运行提供更加可靠的解决方案。

## 2 数控衰减器的基本原理及设计要求

### 2.1 数控衰减器的工作原理

数控衰减器 (Variable Attenuator) 是一种广泛应用于射频电路中的调节设备，能够根据输入控制信号灵活调整其衰减量。该设备的核心功能是控制信号的幅度，而不对信号的频率或波形产生影响。数控衰减器通常通过调节电阻网络或半导体组件 (如 PIN 二极管、场效应管等) 来实现其功能。

【作者简介】谢嘉威 (1989-)，男，中国广西桂林人，本科，工程师，从事光通信技术研究。

具体来说,通过控制衰减元件的电参数(例如电流或电压),可以精确地调节信号的衰减量,进而控制输出信号的强度。数控衰减器在现代通信系统、无线电频谱管理和各种射频应用中具有广泛的应用,能够有效提高系统的灵活性和工作效率。

数控衰减器的工作原理是基于线性调节的原则,通过改变电流或电压参数,调整衰减元件的电阻值,以实现信号幅度的精确控制。与传统的固定衰减器不同,数控衰减器的设计具有更大的灵活性,能够适应不同信号强度和应用场景的需求。它能够在不改变信号频率的情况下,通过精确的衰减调节,满足不同功率水平下的信号处理要求。这种灵活性使其成为现代射频电路中必不可少的组成部分,尤其是在信号调节、功率控制以及频谱管理中发挥着重要作用。尤其在需要频繁调节信号幅度和进行精密控制的场合,数控衰减器通过实时调节衰减量,保证了信号质量和稳定性。

此外,数控衰减器还能够与自动化控制系统相结合,实现更加智能化的管理。通过与数字信号处理器(DSP)或其他自动控制设备配合使用,可以根据实时信号强度和系统需求自动调节衰减量,提高了系统的自动化程度和适应能力。这一特点使得数控衰减器在通信、雷达、无线网络等领域中得到了广泛应用,特别是在高频信号的调节和精确控制方面,其优势愈加显著。随着技术的进步,数控衰减器的应用场景将更加丰富,且其精度、响应速度和稳定性将持续提升,为现代射频电路系统提供更加高效、可靠的信号处理方案。

## 2.2 数控衰减器的设计要求

设计一个高效、精确的数控衰减器时,需要综合考虑多个因素,包括衰减范围、线性度、带宽、插入损耗、可靠性等。首先,衰减范围是数控衰减器最基本的要求之一。为了确保其适用性,衰减器的衰减范围应覆盖从几分贝(dB)到30 dB以上的广泛信号强度范围,能够满足不同应用场合的需求,尤其是在高频、大功率应用中。

其次,数控衰减器的线性度至关重要。在实际应用中,数控衰减器的控制信号与输出信号之间应呈现一致的线性关系。这意味着,衰减器的调节过程需要保持精确度,避免出现非线性偏差,以确保信号在调节过程中不失真。尤其是在高精度通信系统中,良好的线性度直接影响到系统的性能和可靠性。

带宽也是设计数控衰减器时需要关注的关键指标之一。为了适应现代高频通信和宽带信号传输的需求,数控衰减器的带宽通常需要覆盖从几十 MHz 到几 GHz 的范围。带宽的宽广性直接决定了衰减器能否满足不同频率下的信号调节需求。因此,设计中需采用宽频响应的元器件,并优化电路布局以确保带宽性能。

插入损耗是影响射频信号传输效率的一个重要因素。在数控衰减器的设计中,插入损耗应尽量低。设计目标通常

是将插入损耗控制在1 dB以下,尽量减少信号传输过程中的能量损失,以确保系统的高效运行。此外,数控衰减器的可靠性和耐用性也同样不可忽视。设计必须确保衰减器能够在长时间内稳定工作,并能够承受各种恶劣环境条件(如高温、高湿、强电磁干扰等),从而保证其长期的可靠性和稳定性。

## 3 设计方案与优化策略

### 3.1 电路设计与实现

数控衰减器的核心电路设计依赖于精密的电子元件和高效的控制电路。在本设计中,采用了基于PIN二极管的电路设计,PIN二极管通过控制电流的变化来调节其电阻,从而实现衰减功能。为了确保衰减量调节的精确性和系统响应的快速性,本设计使用了高频性能稳定的电子元件,如低噪声放大器和高精度控制电路。这些元件的选择不仅保证了信号的高质量传输,还提升了电路在高频条件下的稳定性,使得衰减器能够在宽频范围内高效工作。

具体而言,本设计采用了多级衰减电路的方案,通过将多个可调衰减模块级联,可以实现更为精细的衰减控制。这些模块由不同的电阻、电感以及可调二极管等元件构成,每个模块的工作状态和贡献度都可以根据实际需要进行独立调节。这样,不仅能够实现宽广的衰减范围,还能在不同的信号条件下提供精确的调节。这种多级衰减设计使得每个模块都能在不同的频率范围内保持较好的工作性能,从而提高了衰减器在各种工作环境下的适应能力。

为了进一步优化设计,本设计还引入了智能控制系统,该系统由数字信号处理器(DSP)驱动,通过精确的数字信号调节算法实时调整每个衰减模块的衰减量。智能控制系统能够根据输入信号的强度和要求实时响应,自动调节信号衰减,确保衰减器的工作始终处于最佳状态。该系统具备较高的适应性和灵活性,可以根据不同的信号条件和变化,自动调整衰减策略,保持信号的线性和稳定性。与此同时,系统还能够根据信号的变化进行优化调整,保证了衰减器的工作精度和高效性。

为减少高频信号传输过程中的损耗与干扰,本设计还对封装进行了优化。通过采用低串扰、高屏蔽性能的封装设计,可以有效减少电路中的噪声和干扰,提高整体系统的稳定性和可靠性。这一设计不仅优化了衰减器的性能,还在实际应用中确保了设备的长时间稳定运行。封装设计的改进增强了衰减器在实际工况下的耐久性,使其能够长时间稳定地工作在高频环境中,减少了系统中的信号损耗并提高了信号质量。

### 3.2 性能优化与仿真分析

为了验证所设计数控衰减器的性能,本研究利用高频仿真软件HFSS(High Frequency Structure Simulator)和ADS(Advanced Design System)对系统进行了详细的性能评估。仿真中,我们模拟了不同频段的信号传输过程,测试了设计



方案在实际工作条件下的响应性能，并分析了不同频率信号下系统的工作状态和衰减精度。通过这些仿真分析，我们能够在设计阶段预见和优化数控衰减器的性能表现。

仿真结果表明，所设计的数控衰减器在 30 MHz 至 3 GHz 的频率范围内表现出优异的性能，具有极低的插入损耗（低于 0.8 dB），以及宽广的衰减范围（最大可达 40 dB）。这一设计不仅满足了高精度通信和无线电频谱管理中的严格要求，还在信号的衰减量精度和系统稳定性方面表现出色。仿真结果还表明，设计方案的线性度良好，输出信号与输入控制信号之间保持高度一致，衰减误差控制在  $\pm 0.5$  dB 以内，进一步确保了在实际应用中的精确度。

此外，仿真结果还验证了设计方案在不同工作环境下的适应性。数控衰减器能够有效应对温度、湿度、振动等外部环境的变化，确保在各种极端工作条件下仍能稳定工作。仿真过程中，我们还测试了衰减器在高频和大功率信号下的表现，结果表明，该设计方案能够保持高效率 and 低损耗，满足高频、大功率信号调节的需求，且在各种工作环境下始终保持稳定的性能，充分体现了该设计的高可靠性和强适应性。无论是高温高湿还是外界干扰条件，衰减器都能够保持良好的工作状态，满足射频通信系统的高标准要求。

实验验证也支持了仿真结果，实测数据显示，在标准操作条件下，数控衰减器的插入损耗、控制精度和稳定性均符合设计要求。测试数据表明，系统的衰减精度达到了设计目标，能够精确调节信号强度，并广泛应用于高频、大功率信号的调节与控制。进一步的实验验证还显示，在不同频率、功率和温度等外部条件下，衰减器的性能仍保持在可接受的范围内，且没有明显的性能衰减。这些测试结果充分证明了设计方案的可行性和优越性，尤其在高频、大功率的实际应用中，表现出了强大的调节能力和高效的工作特性，为未来高性能通信系统的应用提供了可靠保障。

## 4 结语

高性能射频电路数控衰减器在现代通信系统中具有重

要的应用价值。本文通过设计和优化数控衰减器，提出了一种新型的多级衰减电路方案，并结合智能控制系统实现了对衰减量的精确控制。仿真和实验结果均表明，所设计的数控衰减器在满足高精度、低损耗和大衰减范围等方面具有优异的性能。设计方案成功解决了传统衰减器在高精度控制和低损耗等方面的局限性，能够在更广泛的频率范围内稳定工作，适应现代通信系统对射频信号处理的严苛要求。随着射频技术和通信需求的不断发展，未来数控衰减器将在更高频、更低损耗、更高精度的方向发展，为射频电路提供更为有效的解决方案，确保信号传输的质量和系统的整体性能。

此外，随着数字信号处理技术、5G 通信技术以及射频电路集成度的不断提高，数控衰减器的设计将朝着更智能、更灵活的方向发展。未来的数控衰减器将不仅仅局限于传统的衰减控制，它将与自动化控制系统、人工智能和大数据分析技术相结合，实现自适应调节、实时监控与智能化管理。这样的智能化发展将提升其在复杂通信环境中的适应能力，能够根据不同应用场景自动优化工作状态，提升通信质量与系统效率。该设计方案为射频电路的高性能要求提供了有效的解决方案，也为未来高频通信系统的设计和应用提供了宝贵的参考和借鉴。随着 5G 网络和未来更先进通信技术的推广，数控衰减器将成为通信系统中不可或缺的重要组成部分，并进一步推动射频信号处理技术的发展，为全球通信产业的升级提供支持。通过这种持续的技术创新，数控衰减器将在无线通信、雷达系统以及其他高频应用中发挥更大的作用，满足未来通信网络日益增长的需求。

## 参考文献

- [1] 王兵.宽带射频前端系统仿真研究[D].电子科技大学,2006.
- [2] 李明亮.超宽带微波频率源技术研究[D].电子科技大学,2006.
- [3] 朱丹,陶成,夏澎.增益可调的高性能低噪声放大器的设计与实现[J].铁路计算机应用,2006,(11):11-13.
- [4] 乔朋.认知无线电系统中射频模块研究[D].西安电子科技大学,2009.

# Research on High throughput Multi source Heterogeneous Network Security Data Collection Technology for Manufacturing Industry

Jianing Yang Jiawei Wang\* Zhanhui Gang

Electronic Technology Information Research Institute of MIIT, Beijing, 100040, China

## Abstract

In the context of the swift advancement of information technology, data has emerged as a crucial strategic asset within modern society. In the Internet era, data access has become more diverse, including both traditional structured data, text information, video materials, video clips and other unstructured and semi-structured data. In the field of industrial manufacturing, collecting information from various network security devices is a complex and important task, and the complexity of data poses higher requirements for data collection technology. Based on a series of changes and challenges, this article proposes a high-throughput multi-source heterogeneous data collection technology for the manufacturing industry, which achieves high-throughput network security data collection for the manufacturing industry through ETL technology and data warehouse creation methods.

## Keywords

Multi source; heterogeneous data; data collection; data processing

# 面向制造业的高通量多源异构网络安全数据采集技术研究

杨佳宁 王嘉伟\* 刚占慧

国家工业信息安全发展研究中心，中国·北京 100040

## 摘 要

随着信息技术的迅速发展，数据已成为现代社会的重要战略资源。互联网时代的数据获取途径愈发多元，既有传统结构化数据，也有文字信息、影像资料以及视频片段等非结构化与半结构化数据。在工业制造范畴内，各种网络安全设备信息收集是一项较为复杂且重要的工作，数据的繁杂性给数据采集技术提出更高要求。基于一系列变动与挑战，本文提出了一种面向制造业的高通量多源异构数据采集技术，通过ETL技术和数据仓库创建等方法，实现对制造业的高通量网络安全数据采集。

## 关键词

制造业；多源异构；数据采集；数据处理

## 1 引言

多源异构数据采集技术是指采集来自不同领域或不同形式的数据，数据通常包括传感器数据、流量数据、设备日志等，具有多样的结构、格式和来源。随着人工智能、物联网（IoT）和大数据分析等技术的进步，数据采集与融合技术已成为现代信息技术的重要研究方向。

多源异构数据采集技术广泛应用于制造、钢铁等制造业领域，且随着企业数字化转型的发展，多源异构数据采集

问题逐渐显现。国内许多企业和研究机构在多源异构数据采集和分析上投入大量研究。盛刚，李勇等人<sup>[1]</sup>通过对多种数据源进行分析和协议的抽象，实现了特钢企业MES系统架构下的多源异构数据的统一采集与效率提升。付楠，程光等人<sup>[2]</sup>设计了容器网络的跨层拓扑发现框架，使用Barnacle挖掘服务依赖关系可以获得更完备的网络流量和服务种类；喻立强，王庆伟<sup>[3]</sup>等人提出一种对工业控制信息设备数据采集技术；孙林<sup>[4]</sup>提出了一种针对能源互联网流量的数据采集技术；刘三平，龚伟<sup>[5]</sup>等人提出了一种针对制造行业现场数据采集技术。

目前，面向制造业的高通量多源异构数据采集技术面临两个主要问题：一是数据治理问题，由于数据源不同，难以保证质量和完整性；二是实时性问题，在大规模多源数据的实时采集与处理过程中，计算资源消耗大，如何平衡计算

【基金项目】国防基础科研计划（项目编号：JCKY2022608C001）。

【作者简介】杨佳宁（1990-），男，中国北京人，硕士，高级工程师，从事工控安全研究。

资源与实时性。基于以上挑战,本文提出了一种面向制造业的高通量多源异构数据采集技术。

随着信息技术在工业控制与办公网络中的深度融合,双网协同监测的重要性日益凸显。然而,在此过程中,生产网络监测数据向办公网络的传输面临着安全合规与高效性的双重挑战。为攻克这一难题,本文聚焦多源数据采集技术的探索与实践,旨在构建一个能够实时、精准采集工业控制网、内部办公网以及双网互联区各类海量、异构安全数据,并确保其安全、高效传输与汇聚的技术体系。

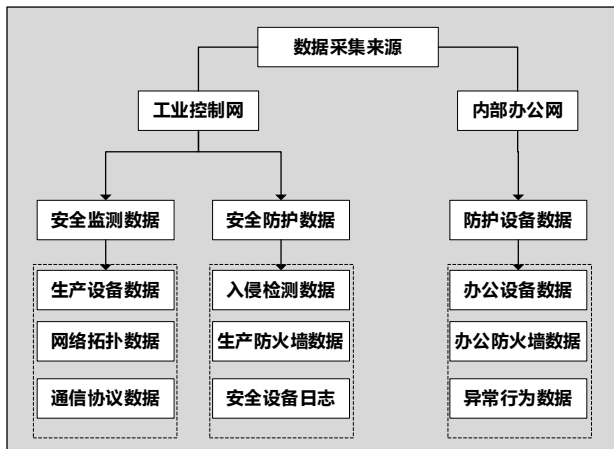


图1 多源数据采集对象图

## 2 面向制造业的高通量多源异构数据采集技术研究

制造业高通量多源异构数据采集建设主要涉及业务、技术与管控三个层面。其一,采集工作需以需求为指引,按照业务数据需求明确采集范畴;其二,为防止重复采集情况出现,规划恰当的采集策略十分重要;其三,结合应用场景选取适宜的技术方法,在复杂场景中可综合运用多种技术手段。

### 2.1 数据采集

数据采集步骤通过数据感知技术进行优化,借助传感器、人工智能算法和大数据技术,实现对环境、物体和人体信息的感知与识别。通过硬件设备如摄像头、麦克风以及语音识别、图像识别等技术,将物理世界的信号转换为数字信息,并进一步提升至可认知的层次,如记忆、理解、规划和决策。

针对生产企业内部办公网络和工业控制网络中的各种类型、格式的数据,多源数据采集负责数据的采集、汇聚;数据的集成、预处理;数据的存储、计算等。

### 2.2 数据接口

#### 2.2.1 HTTPS 接口

认证方式通过在JSON体中增加token和timestamp(unix ms级),其中token=md5(from+timestamp+KEY),HTTPS请求方式为POST;推送频率:默认15分钟;接口

描述:定期推送,传输内容为频率时间内产生的数据信息;传输形式:文件以二进制流形式读入,然后用gzip压缩,做base64操作后进行传输。

#### 2.2.2 SFTP 接口

将待导入数据相关字段信息填写到txt文件中,数据中每行为一条数据,数据的所有属性以JSON格式进行存储。将填写数据信息的文件,采用SFTP方式上报,单次上传文件不超过1024M,如超过则分多次上传。

### 2.3 ETL 技术

ETL(即Extract-Transform-Load)是构建数据仓库的关键环节,其核心任务是从分散的异构数据源里提取数据,将之交付给后续转换流程予以处理,最终存入数据仓库,从而为联机分析处理与数据挖掘提供支撑。

#### 2.3.1 数据抽取

在ETL的三个环节——数据抽取、转换和加载中,数据抽取直接从分散、异构的数据源获取数据,主要有全量抽取和增量抽取两种方式。全量抽取是将数据源中的所有数据提取并加载到数据仓库,类似于数据迁移或复制,原数据表不做修改,且转换为ETL可识别的格式,流程相对简单。

增量抽取在全量抽取之后开展,重点在于提取上次抽取之后新增或有修改的数据,其应用范围相较全量抽取更为宽泛。于ETL进程中,增量抽取的难点在于精准抓取变化数据,所采用的方法需要平衡数据准确性与系统性能,不仅要精准抽取变动数据,又不能给系统造成过重负担。当下,增量数据抽取主要有触发器、时间戳、全表对比以及日志表等途径。一般会在目标表设置三个触发器,分别对应数据的插入、修改与删除操作。并且,还需创建临时表,一旦目标表数据出现变化,触发器便会把变更信息写入临时表,待抽取结束后,对数据进行标记或清除处理。时间戳模式即在源表添加时间戳字段记录变更时间,根据比对情况确定抽取数据。部分数据库可自动更新时间戳字段,而不具备自动更新功能的数据库则需手动更新。全表删除插入法即每次先清空数据后进行数据抽取,一般用于数据量较小的情况。全表对比方式则是先创建临时表,记录主键和MD5的校验码,在数据抽取时,先对比两表的MD5校验码,若不同则进行更新,若无该主键值,则实施插入操作。日志表方法是在数据库构建业务日志表,当监测到业务数据有变动,业务系统程序就要对日志表进行更新与维护工作,增量抽取时,数据加载及其方式依据日志表信息而定,受业务系统生产数据库方式影响,且日志表的维护由业务系统代码承担。

#### 2.3.2 数据转换

异构数据源之间常常存在不一致问题,数据转换过程旨在解决这个问题。ETL根据不同的业务规则计算各企业的数据指标,并将其存储到数据仓库中,以便后续分析。

#### 2.3.3 数据预处理

在数据转换流程的定义环节,用户有必要剖析各数据



源的结构特性以及可能出现的脏数据种类,依据剖析所得结果来规划数据转换规则,其中主要涵盖脏数据的检测及处理、数据粒度的转换以及商务计算规则等方面。脏数据的检测与处理规则相对繁杂,包含对不一致数据、不完整数据以及错误数据的处置。本文把脏数据的检测与处理从数据转换流程里独立出来,提前实施单独的处理操作,以此来精简转换流程。相较于数据清洗,数据预处理只是针对单一数据源里的脏数据进行处理,重点关注数据质量与格式问题,并不涉及重复数据的处理工作。

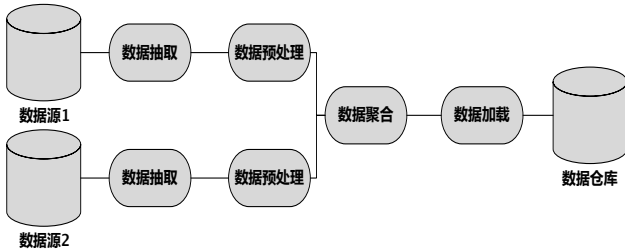


图 2 多源数据预处理流程图

数据预处理按照检测规则检查数据源中抽出的数据,检测出有问题的数据后,就按照对应的处理规则将其修正,然后将没有问题的数据交由后面的转换过程进行处理。对于遇到检测规则中没有定义的脏数据类型,记录到日志等待用户判定处理。

## 2.4 数据仓库构建

数据仓库作为数据的存储中枢由于其特性不可随意修改,基于制造业数据的特质,资源池构建了工控设备资产数据仓库与安全数据仓库。资产数据仓库重点存储企业工控设备资产相关信息,像工控设备的属性、地理位置以及功能作用等信息;安全数据仓库主要容纳工控安全相关的数据资料,诸如工控安全流量状况、安全日志、威胁情报、漏洞情形、病毒信息以及安全态势等内容。

### 2.4.1 数据预备域

来自应用系统的操作型数据由数据仓库接收并载入预

备域,除了接收数据,预备域还需要进行检查、清洗和过滤工作。在数据仓库中数据处理数据首先进入的是预备域。

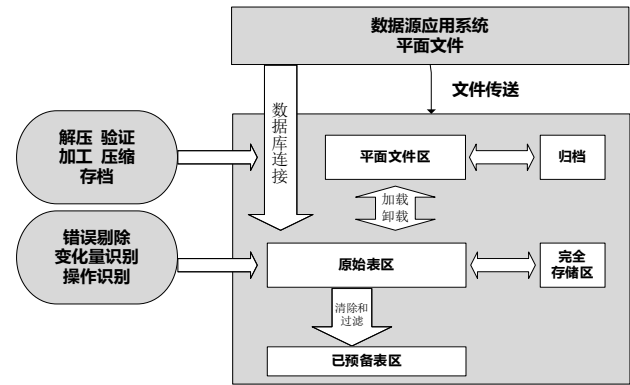


图 3 数据预备域结构图

数据从数据源中被获取,而后会根据不同的方式对获取的数据预处理,从而确保之后能够继续进行数据处理。数据预备域是数据载入数据仓库进行的第一次检验,作为首次进行处理数据的区域,该区域处理数据的质量将会影响数据仓库建设的效果。数据预备域由平面文件区、原始表区、已预备表区构成,平面文件区从数据源获取平面文件,如果出现平面文件不在操作平台上,平面文件区还会对这些文件进行解压、加工、压缩等工作。原始表区使用 DBMS 来管理数据预备域的原始表区而并非平面文件区的操作系统。为了确保后续处理顺利进行,原始表区必须完成大量工作,其中一部分工作非常繁琐,另一些则涉及处理海量数据。预备表区存储所有处理的最终结果,由 DBMS 进行管理。数据预备域是数据源加载到数据仓库的首次检验,该区域的数据质量直接影响数据仓库的建设效果。

### 2.4.2 数据存储域

为了便于数据分析器进行调查研究,将已被处理和已准备好的分析型数据存储于存储域。预备域的输入来源于各种源应用系统,因此预备域结构的功能以及设计的选择主要取决于源应用系统的特征。

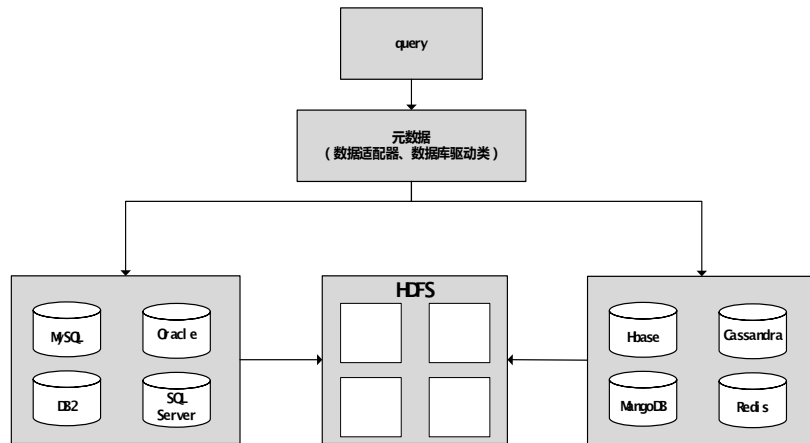


图 4 平台数据存储结构图

### 2.4.3 Hive 数据仓库

Hive 数据仓库包含数据层和逻辑层。数据层包含 Hadoop 平台及其组件,像 Sqoop、Hive、MapReduce 和 HDFS。原始数据经 ETL 导入后,以文件形式存储在 HDFS 上,为逻辑层提供数据支持。在逻辑层对数据仓库内原始数据进行分析之前,需开展前置处理工作。利用 Python 脚本获取远程映射数据,再依据业务需求展开查询与分析活动。

### 2.4.4 前置处理

数据源中不存放中文字段值,全部用 uuid 来代替,主要原因有两点,地理区域维度涵盖国家、省市县乃至乡镇村等多个层面,中文字符表述时长度较长,会占据大量存储空间,若采用 32 位 uuid,则仅需占用 4 个字节存储空间。第二点,不同根站点的子站点可能会有重名,为了解决此类二义性问题,使用 uuid 可以更方便地比对某几个站点是否属于同一站点。在预处理阶段,可以通过 Python 脚本,使用 webservice 的方式请求拉取这些键值对至本地目录,并缓存为文本文件,当正式分析过程中需要查找中文时,只要从缓存文件中读取即可。

### 2.4.5 查询分析处理

Hive 数据仓库查询分析过程涉及 HiveQL 输入、HiveQL 转换成 MapReduce 作业、Hive 查询结果反馈三个部分,HiveQL 输入在开发阶段有程序员编码实现,测试时可以手动输入,但该设计 HiveQL 不由用户直接手动输入,而是集成到自动化处理脚本中。同时,采用 SHELL 命令调用 HiveShell 的过程中,使用 Python 脚本进行数据预处理和根据业务需求进行数据查询分析处理,利用 Hive 的 transform 关键字,可以将 HiveQL 的初步查询结果作为 Python 脚本的输入,待 Python 脚本对这些数据逐行分析结束后,输出的结果集可以作为最终结果,也可以作为 Hive 查询分析语句的输入,此时 Hive 可以在 Python 输出结果集上调用聚合函数,常用的有 SUM、COUNT、AVG 等。HiveQL 转换成 MR 作业在 HiveShell 中输入 HiveQL 查询语句后,Hive 会自动将该查询语句转换成 MapReduce 作业交给 Hadoop

去处理,而对于复杂的数据查询分析处理,Hive 中没有现成的函数可供调用,此时需要用户自己实现 Hive 使用的 MapReduce 脚本,本项目中使用的是 Python 去实现。

Hive 查询结果反馈会将结果显示到控制台上。在实际处理过程中,这部分显示在控制台上的数据需要被自动化脚本追加到相应文件并最终导出至数据库,此功能仍然可以通过 SHELL 命令去完成。

### 2.4.6 后置处理

后置处理在数据查询分析处理结束后运行,同样,借助 Python 脚本处理程序执行日志。可以理解为一个脚本监控机制,对整个系统中脚本执行情况作出及时反馈,使管理人员可以迅速发现存在的任何隐患。另外,当需要删除 Hive 分区数据时,也可以在后置处理中添加相应代码。

## 3 结论

基于制造业多源数据采集的难点,本文提出了一种面向制造业的高通量多源异构数据采集技术,该技术首先使用 ETL 技术对数据进行抽取、转换及预处理,之后通过数据仓库的构建来进一步对数据进行采集处理,将采集到的数据传入数据库并进行接入解析,为工业生产过程提供指导,使用该技术可以更直接反映制造业的高通量数据信息,通过对其进行处理得到更便于分析的结构化数据,有效高通量数据的杂、乱和脏等问题,为制造业企业的健康发展添砖加瓦。

## 参考文献

- [1] 盛刚,李勇,张效华.某特钢企业MES系统多源异构数据采集架构设计与应用[J].仪器仪表用户,2022,29(12):16-19.
- [2] 付楠,程光,滕跃,等.基于非侵入式数据采集的微服务依赖关系发现方法[J].网络空间安全科学学报,2023,1(02):112-121.
- [3] 訾立强,王庆伟,王锐.工控系统信息设备数据采集建设[J].工业信息安全,2022,(02):51-59.
- [4] 孙林.面向区域能源互联网的数据采集技术分析[J].集成电路应用,2024,41(04):160-161.
- [5] 傅芳.网络视听节目监管系统中的数据采集关键技术[J].电视技术,2024,48(06):211-213.

# Research on the Application of Internet of Things Technology in Enterprise Safety Production

Hui Li

North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou, Henan, 450000, China

## Abstract

The rapid development of the social economy has greatly promoted the progress of science and technology, and the Internet of Things technology, as an emerging technology derived from the background of the information age, has been widely applied in various fields of society with its unique advantages. The application of IoT technology in enterprise safety production can not only provide a good working environment for production management, effectively improve the defects of traditional production, but also strengthen the supervision of safety production, regulate safety production risks, promote the improvement of safety production performance, and achieve sustained and stable development of enterprises.

## Keywords

Internet of Things technology; Enterprise safety production; Internet of Things application system; Enterprise security management

# 物联网技术在企业安全生产中应用研究

李辉

华北水利水电大学, 中国 · 河南 郑州 450000

## 摘 要

社会经济的高速发展在很大程度上推动了科学技术的进步,而物联网技术作为信息时代背景下衍生的新兴技术,凭借自身独特的优势在社会各个领域都获得了广泛应用。在企业安全生产中应用物联网技术,既能为企业的生产管理提供良好的工作环境,有效改善传统生产的缺陷,又能加强对安全生产的监管,规范安全生产风险,促进安全生产性能的提升,实现企业的持续稳健发展。

## 关键词

物联网技术; 企业安全生产; 物联网应用系统; 企业安全管理

## 1 引言

物联网作为一种信息技术产物,在各种新兴技术的研发与推动下,物联网技术已经进入了跨界融合的新发展阶段。物联网技术在企业安全生产中的应用具有广阔的前景。通过引入物联网技术,企业可以实现对生产设备的实时监控和预警,及时发现并处理异常情况,从而降低事故发生的可能性。同时,物联网技术还可以帮助企业构建更加完善的安全管理体系,提高安全管理的效率和水平。这对于企业安全生产管理而言,将其进一步推向了新的发展高度,实现企业的持续稳健发展。

## 2 物联网技术及相关理论综述

物联网技术是以互联网为基础,借助无线数据通信、射频自动识别等技术准确传递物体的实时信息。通过与互

网的深度融合,物联网能智能控制联网物体,结合各种智能技术来扩大应用的领域,以此适应不同用户群的多样化需求,带给企业用户更加智能化和高端化的安全生产管理体验。

通常物联网的结构包括感知层(物理层)、网络层(传输层)、数据处理层(处理层)、应用层,这些四层结构有着各自明确的分工,其中感知层(物理层)主要负责通过传感器、RFID(射频识别)、二维码等技术获取物体的状态信息,常见的传感器如温度传感器、湿度传感器、压力传感器等,可以实时监测环境、物体的状态和行为;网络层(传输层)即物联网设备之间的通信是物联网实现功能的基础,通信技术包括短距离通信技术(如蓝牙、Zigbee、NFC)、长距离通信技术(如LoRa、NB-IoT)以及常规的蜂窝网络(如4G/5G),选择何种通信方式取决于具体应用场景的需求,如数据传输速度、功耗、覆盖范围等;数据处理层(处理层)主要包括云平台、大数据处理系统、数据存储和分析等,边缘计算通过在靠近数据源的位置进行初步的数据处理,减少

【作者简介】李辉(2002-),男,中国河南南阳人,从事物联网信息化研究。



了网络带宽消耗和延迟，云计算则提供强大的数据存储和分析能力，适用于海量数据的处理；应用层是物联网最终服务的呈现层，涉及物联网设备的控制、自动化处理和用户交互等，通过人工智能（AI）与机器学习等技术，物联网能够智能化地进行决策和自我优化。

### 3 物联网技术在企业安全生产中的应用

物联网技术在企业安全生产中的应用广泛且深入，它贯穿于安全生产的各个环节，从预防到监测，再到应急响应，都发挥着不可或缺的作用。

（1）在预防环节，物联网技术通过部署各种传感器，实时监控生产环境中的温度、湿度、压力、有害气体浓度等关键参数。这些数据不仅能帮助企业及时了解生产环境的实时状态，更能通过大数据分析预测潜在的安全风险。

（2）在监测环节，物联网技术使得远程实时监控成为可能。企业管理人员可以通过物联网平台，随时查看生产现场的实时数据，对异常情况做出迅速反应。此外，物联网技术还可以与视频监控系统相结合，可以实时监测矿工的工作状态和矿区的环境参数，确保矿工的安全。

（3）在应急响应环节，物联网技术同样发挥着重要作用。一旦发生安全事故，物联网系统可以迅速定位事故地点，评估事故严重程度，并自动触发报警系统。同时，物联网平台还可以实时追踪救援人员的位置和状态，确保救援行动的高效进行，并实时监控消防人员的安全状态。

（4）物联网技术还可以应用于安全培训和演练中。通过虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，可以模拟各种安全事故场景，让员工在安全的环境下进行应急处理演练，这种培训方式不仅提高了员工的安全意识和应急处理能力，还降低了实际演练中的风险。

## 4 物联网技术在企业安全生产中的重点应用系统

### 4.1 智能监控与预警系统

在企业安全生产领域，智能监控与预警系统是一项革命性的创新应用。这一系统深度融合了物联网技术、大数据分析以及人工智能算法，构建了一个全方位、多层次的安全监控网络。

系统的核心在于其强大的数据采集能力。通过在生产现场布置各类传感器和监测设备，系统能够不间断地捕捉环境参数、设备状态以及人员操作等关键数据，实时传输到中央处理单元，经过高效的大数据分析和人工智能算法处理，能够迅速识别出异常情况，进而发出准确的预警信息。

该系统还具备强大的数据存储和分析功能。所有采集到的数据都会被安全存储，并可进行历史数据查询和分析。这不仅有助于企业深入了解生产过程中的安全隐患，还为其优化生产流程、提高生产效率提供了有力支持。

智能监控与预警系统还具有极高的灵活性和可扩展性。

企业可以根据自身的生产特点和安全需求，定制个性化的监控方案和预警机制，能够轻松地进行升级和扩展，以适应企业不断变化的安全生产需求。

### 4.2 安全风险评估与控制系统

物联网技术在企业安全生产中的另一大应用是安全风险评估与控制系统。这一系统充分利用了物联网在数据采集、传输和分析方面的优势，实现了对企业生产过程中各类安全风险的全面、实时评估与有效控制。

在该系统的构建过程中，首先通过部署在生产现场各类传感器和监测设备，实时采集关键生产工艺参数、设备运行状态以及环境安全数据，汇集到中心服务器或云平台进行存储和预处理。借助大数据分析和挖掘技术，系统能够对海量数据进行深度分析，揭示出生产过程中潜在的安全风险及其演变规律。

结合行业专家的知识和经验，通过安全风险评估模型，动态评估当前生产过程中的安全风险水平，并为企业管理层提供直观、量化的风险评估结果，有助于集中力量进行针对性的风险控制和管理。

在风险控制方面，可以通过物联网技术检测到潜在的安全风险或异常情况，它可以迅速触发预警机制，通过声光报警、短信通知等方式及时告知相关人员，启动相应应急预案，自动或辅助人工进行相应操作，以降低异常危害性。

### 4.3 人员定位与应急系统

在企业安全生产中，不仅需要确保产品的安全，员工的安全也是至关重要的。物联网技术的引入，为人员定位和应急管理带来了革命性的变革。通过在员工的安全帽、防护服等装备上集成先进的传感器和数据采集器，我们能够实时地监测员工的位置、生理状态以及周围环境的安全状况。

这些传感器能够持续不断地收集数据，如员工的体温、心率、血氧饱和度等生理指标，通过物联网技术进行分析和处理。当系统检测到异常情况时，会立即触发预警机制，通知管理人员采取紧急措施。

在应急管理方面，物联网技术同样展现出了巨大的潜力。通过物联网技术在紧急情况下可以及时获取准确的实时信息，以便获得合理的智能决策支持。

通过与物联网技术的集成，获取事故现场的各种数据，包括人员伤亡情况、环境状况、设备状态等，系统可以自动生成应急响应方案，并通过智能调度系统快速调配救援资源，还降低了救援过程中的风险和不确定性。

物联网技术还可以用于应急演练和培训。通过模拟各种紧急场景，系统可以帮助员工熟悉应急程序和设备操作，提高他们的应对能力和自救互救能力。这种基于实际数据的模拟演练，比传统的纸上谈兵更加生动和有效。

## 5 物联网技术在企业安全生产中的挑战

### 5.1 数据安全和隐私保护上的挑战

在物联网技术的应用过程中，数据安全和隐私保护是

至关重要的问题。由于物联网设备需要不断地采集和传输数据，这些数据往往包含着企业的核心信息和员工的个人隐私，因此必须采取有效措施来保护数据的安全和隐私。

数据加密是保护数据安全的重要手段之一。通过采用先进的加密算法，可以对传输的数据进行加密处理，从而确保数据在数据存储、传输过程中不被窃取或篡改。

访问控制也是保护数据安全的关键措施之一。通过严格的身份验证和权限管理，可以确保只有授权的用户才能访问敏感数据。

数据备份和恢复机制是通过定期备份数据，可以在数据丢失或损坏时及时恢复数据，从而保证企业的正常运营，可以在发生数据灾难时快速响应，最大程度地减少损失。

## 5.2 技术成熟度和稳定性上的挑战

由于物联网技术涉及大量的硬件设备和软件系统，设备故障不仅影响数据的采集和传输，无法及时发现潜在的安全隐患，从而增加事故发生风险。

数据传输延迟也是一个不容忽视的问题。在物联网系统中，大量的数据需要在不同的设备之间进行传输，如果数据传输出现延迟，将严重影响实时监控和预警系统的效果。

为了解决物联网技术在成熟度和稳定性方面的挑战，企业需要采取一系列措施。（1）在选择物联网设备和系统时，应优先考虑那些已经过市场验证、具有良好口碑和稳定性能的产品。（2）企业还需要建立一套完善的设备维护和升级机制，定期对物联网系统进行检查、维护和更新。（3）企业还应加强技术人员的培训和管理，有效地应对物联网系统在使用过程中常见问题。（4）企业应制定详细的应急预案和故障排查流程，以便在出现问题时能够迅速定位并解决。

（5）企业还应定期组织演练和培训活动，提高员工对预案的熟悉程度和执行力。

## 5.3 成本和效益问题上的挑战

物联网技术在企业安全生产中的应用通常需要较高的初期投资。主要包括以下几个方面：（1）硬件成本：传感器、摄像头、无线传输设备、网关等硬件设备的采购和安装；（2）系统开发和集成成本：需要开发和定制化的应用程序，以及系统集成的费用。（3）网络基础设施和网络环境费用：企业需要部署更高效、稳定的网络环境。

物联网系统在后期的维护和运营成本也较为昂贵，包括以下方面：（1）设备的维护和升级：传感器、硬件设备可能需要定期检查、修理和替换，特别是在复杂的生产环境中，设备的损耗较为严重；（2）数据存储和分析费用：随

着数据的积累，企业需要投资在数据存储和处理技术上，涉及云存储服务或本地数据中心的建设与维护；（3）人员培训和技术支持：操作人员需要接受新的技能培训以适应物联网技术的运作，同时也需要建立一个专业的技术团队来维护和支持系统。

为了更好地帮助企业平衡成本与效益，企业可以采取逐步实施的方式，先从小范围的试点项目开始，评估技术在实际生产中的应用效果，再根据效果逐步扩大应用范围，这种方式可以有效控制初期投资风险，并且积累经验。随着云计算技术的发展，企业可以通过云服务来降低数据存储和处理的成本。通过使用共享平台和第三方云服务降低硬件和维护成本。为避免技术更新时的额外支出，企业可以选择与主流设备供应商合作，确保设备的可升级性和兼容性。此外，标准化的系统设计可以降低后期的集成成本和维护成本。

## 6 物联网技术在企业安全生产中的发展趋势与展望

在企业安全生产中应用物联网技术是企业生产发展的必然趋势，本文系统阐述了物联网技术在企业安全中的应用、重点应用系统及所遇到的挑战，使我们可以对物联网技术在企业安全生产中的应用有一个清晰的、系统的了解。

展望未来，随着5G、人工智能、大数据、边缘计算等技术的不断发展，物联网技术将在企业安全生产中发挥更加重要的作用。随着技术的不断创新和应用场景的拓展，物联网技术将帮助企业实现更高效、更智能的安全生产管理。同时，随着社会对安全生产的重视程度不断提高，物联网技术将成为企业提升安全生产水平、保障员工生命安全的重要工具。在这个过程中，企业需要不断探索和创新，充分发挥物联网技术的优势，为企业的可持续发展提供有力保障。

### 参考文献

- [1] 林峰 物联网技术在企业安全生产管理中的应用探索 智能城市应用 2023
- [2] 孟涛 计算机技术在5G通信网络中的有效应用研究 中国新通信 2023-08-20
- [3] 林丽芬 物联网技术在安全生产与管理中的应用探讨 计算机光盘软件与应用 2012 CNKI:SUN:GPRJ.0.2012-16-037
- [4] 林峰武 基于物联网技术的智慧工地高空作业安全监控系统设计 2024智慧施工与规划设计学术交流论文集 2024-05-26
- [5] 徐勤 物联网技术在安全生产信息系统中的应用 ConferenceArticle/5af2cabac095d70f18a4e989
- [6] 雷语恬 智造赋能 拧紧生产“安全阀” 中国有色金属 2024-07-01

# The role and application prospects of mobile communication technology in police information transmission

Yongliang Liu<sup>1</sup> Liang Ren<sup>2</sup>

1.Qiemo County Public Security Bureau, Bayingolin Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, Bayingolin, Xinjiang, 841000, China

2.Public Security Bureau of Korla City, Bayingolin Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, Korla, Xinjiang, 841000, China

## Abstract

With the rapid development of information technology, mobile communication technology plays a crucial role in the transmission of police information. This article explores in depth the overview of police communication command and dispatch, analyzes the importance of mobile communication technology in police information transmission, elaborates on the practical application of mobile communication technology in police information transmission, and conducts research on innovative mobile police applications based on mobile communication technology. Finally, it looks forward to the future development direction of the application of mobile communication technology in police information transmission. Through comprehensive research on mobile communication technology in police information transmission, the aim is to improve the efficiency of police work and the accuracy of information transmission, providing strong support for the realization of police informationization.

## Keywords

communication technology; Mobile policing; Information transmission; Quality; Efficiency; Innovative Practice

# 移动通信技术在警务信息传递中的作用及应用前景展望

刘永亮<sup>1</sup> 任量<sup>2</sup>

1. 新疆巴州且末县公安局, 中国·新疆 巴音郭楞 841000

2. 新疆巴州库尔勒市公安局, 中国·新疆 库尔勒 841000

## 摘 要

随着信息技术的飞速发展, 移动通信技术在警务信息传递中发挥着至关重要的作用。本文深入探讨警务通信指挥调度的概况, 分析移动通信技术在警务信息传递中的重要性, 阐述移动通信技术在警务信息传递中的实践应用, 并基于移动通信技术的移动警务创新应用展开研究, 最后展望警务信息传递中应用移动通信技术的未来发展方向。通过对移动通信技术在警务信息传递中的全面研究, 旨在提升警务工作效率和信息传递的准确性, 为实现警务信息化提供有力支持。

## 关键词

通信技术; 移动警务; 信息传递; 质量; 效率; 创新实践

## 1 引言

在当今社会, 信息技术的快速发展为警务工作带来了前所未有的机遇和挑战。警务信息的高效传递对于提升警务工作效率、保障社会安全至关重要。移动通信技术作为现代通信技术的重要组成部分, 为警务信息传递提供了强大的支持<sup>[1]</sup>。通过构建先进的通信网络和应用平台, 警务人员能够更加便捷地获取和传递信息, 实现对各类警务活动的有效指挥和调度。本文将深入探讨移动通信技术在警务信息传递中的应用, 分析其在实际工作中的优势和不足, 为警务工作的

开展提供有益参考。

## 2 警务通信指挥调度概况

警务通信指挥调度是公安机关实现高效、有序警务活动的关键环节。它借助各类通信技术, 将分散的警务力量整合起来, 实现信息的快速传递与处理, 为警务决策提供有力支持。

警务通信指挥调度的核心任务涵盖信息收集、处理、传递以及决策支持。通信网络作为其基础, 包括有线通信网络和无线通信网络<sup>[2]</sup>。无线通信网络在警务信息传递中尤为重要, 让警务人员能够在移动状态下保持通信畅通。指挥中心作为整个调度系统的核心, 负责对各类信息进行集中管理与分析。通过监控各类警务活动, 及时掌握事件动态, 进而做出科学决策。

【作者简介】刘永亮(1985-), 男, 中国河南扶沟人, 副高级警务, 从事警务信息通信技术、通信指挥研究。



警务通信指挥调度具备实时性,确保信息及时、准确地传达,使警务人员能迅速响应各种突发情况。在突发事件现场,信息实时传递能让指挥人员第一时间了解现场状况,做出正确的指挥决策。

### 3 移动通信技术在警务信息传递中的重要性

#### 3.1 提升信息传递效率

移动通信技术打破了传统通信方式的界限,整合语音、视频、数据等多种信息形式。警务人员可以通过单一平台实现多种信息的快速传递,避免了信息在不同系统间的转换和传递延迟。如处理突发事件时,现场的视频图像、语音通信以及文字信息能够实时同步传输到指挥中心,使指挥人员能够全面、准确地了解现场情况,做出及时有效的决策。这种高效的信息传递模式大大提高了警务工作的响应速度和处理效率<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 促进警务工作协同

警务工作往往涉及多个部门和环节,需要各部门之间密切协作。移动通信技术为警务工作之间的信息传递,提供一个统一通信平台,实现信息共享和协同工作。不同部门的警务人员可以通过该平台进行实时沟通和协作,共同完成任务。特别是大型活动安保工作中,公安、消防、交通等部门可以通过融合通信技术实现信息共享和协同指挥,提高工作效率和效果。此外,移动通信技术还能够促进不同地区警务部门之间的合作,实现资源共享和协同发展。

#### 3.3 适应复杂多变的警务环境

随着社会的发展和警务工作的不断变化,警务环境变得越来越复杂。移动通信技术能够适应各种复杂多变的环境,为警务人员提供灵活、可靠的通信支持。无论是在城市的繁华街道还是偏远的山区,通信设备都能够稳定运行,确保信息传递的畅通。移动通信技术还能够根据不同的警务需求进行定制化配置,满足不同场景下的通信要求。

#### 3.4 提高通信质量

移动通信技术能够优化通信信号的质量,减少信号干扰和噪声。通过先进的通信技术和设备,实现语音、视频等通信的高质量传输。在警务工作中,清晰、稳定的通信对于准确传达信息至关重要<sup>[4]</sup>。在巡逻和应急处置过程中,高质量的语音通信能够确保警务人员准确传达指令,避免因通信质量问题而导致信息传递错误。视频通信的高清晰度和流畅性也能够为指挥人员提供更直观、准确的信息,有助于做出正确的决策。

## 4 在警务信息传递中的通信技术实践

#### 4.1 构建移动通信平台

移动通信平台是警务信息传递的核心枢纽,它为警务人员提供了一个高效、便捷的通信环境。构建移动通信平台需要综合考虑多方面因素,以确保其功能的完善和性能的优化。

首先,要确保网络覆盖范围广泛。公安机关需要在城市、乡村、偏远地区等各个区域都能实现通信覆盖,这就要求基

站布局合理,能够提供足够的信号强度和覆盖范围。例如,在山区等地形复杂的区域,需要通过增加基站数量或采用特殊的天线技术来保证信号的覆盖。

其次,通信容量要满足警务工作的需求。随着警务工作的日益复杂和信息流量的不断增加,通信平台需要具备足够的容量来支持大量的语音、数据和视频传输。这就需要采用先进的通信技术,如高速宽带技术、无线通信技术等,以提高通信的效率和质量。

此外,通信平台还应具备良好的安全性能。警务信息涉及敏感内容,必须保证通信的安全性<sup>[5]</sup>。平台可以采用加密技术对通信内容进行加密,防止信息被窃取或篡改。通过身份认证和授权管理等手段,确保只有授权人员能够访问和使用通信平台。

#### 4.2 接入途径

接入途径是指警务人员通过各种通信设备和网络接入移动通信平台。常见的接入途径包括以下几种:

第一种,手机是最常用的通信设备之一,具有便捷、灵活的特点。警务人员可以通过手机随时随地获取和传递信息。在手机上安装专门的警务通信软件,能够实现与其他警务人员的实时通信、信息查询、任务分配等功能<sup>[6]</sup>。

第二种,对讲机是一种专门用于通信的设备,具有通话清晰、信号稳定的特点。在警务工作中,对讲机常用于近距离通信,如在巡逻、应急处置等场景中。对讲机可以通过与基站的连接,实现与其他对讲机的通信。

第三种,车载终端是安装在车辆上的通信设备,能够实现车辆与通信网络的连接。警务人员可以通过车载终端获取和传递信息,还可以对车辆进行定位、监控等操作。车载终端通常配备有大屏幕显示器和操作按钮,方便警务人员进行操作。

第四种,卫星通信是一种重要的通信方式,能够实现远距离通信。在一些偏远地区或特殊环境下,卫星通信可以为警务人员提供可靠的通信支持。卫星通信设备可以通过卫星与地面站进行通信,实现信息的传输和接收。

#### 4.3 建立多级互联网络

多级互联网络是指在警务通信系统中建立多个层次的通信网络,实现信息的快速、准确传递。核心网络是警务通信系统的核心部分,负责信息的处理和传输。核心网络通常采用高速、大容量的通信设备和技术,如交换机、路由器等。核心网络能够保证信息的快速、准确传输,同时还具有强大的安全防护功能<sup>[7]</sup>。区域网络是指在一定区域内建立的通信网络,负责信息的传输和交换。区域网络通常采用分布式的通信设备和技术,如基站、无线接入点等。区域网络能够实现对本区域内警务信息的快速、准确传递,还可以与其他区域网络进行连接,实现信息的共享和协同工作。终端网络是指在警务人员和设备之间建立的通信网络,负责信息的传递和接收。终端网络通常采用无线通信技术和设备,如手机、对讲机、车载终端等。终端网络能够实现对警务人员和设备的实时通信,还能高效处理

和存储信息。建立多级互联网络可以提高警务信息传递的效率和可靠性<sup>[8]</sup>。通过多级互联网络,警务人员可以在不同层次的网络之间进行信息传递和共享,实现信息的快速、准确传输。多级互联网络还可以增强通信系统的安全性和稳定性,提高警务信息传递的效率和质量。

## 5 基于移动通信技术的移动警务创新应用

### 5.1 重大活动安保

重大活动期间,移动通信技术成为保障安保工作的关键力量。通过实时监控与指挥调度,警务人员能够迅速掌握现场情况,及时应对各类突发状况。可以在活动现场设置高清摄像头和传感器,利用移动通信网络将视频图像和实时数据传输至指挥中心。指挥中心可实时分析数据,根据现场情况进行动态指挥,确保安保工作有序进行<sup>[9]</sup>。移动警务终端能够实现与其他安保人员的即时通信,及时传达指令和信息,提高安保工作的协同性。

### 5.2 治安立体巡防

移动通信技术助力治安立体巡防体系的构建。警务人员借助移动终端设备,实时获取巡逻信息,包括巡逻路线、现场情况等。通过定位系统,可对巡逻人员进行实时跟踪,确保巡逻工作的全面覆盖。在巡逻过程中,一旦发现异常情况,巡逻人员可通过移动通信设备及时汇报,指挥中心迅速做出响应,调配警力进行处置。此外,移动通信技术还能实现与社区居民的互动,接收居民的举报和反馈,共同维护社会治安。

### 5.3 智慧交管

移动通信技术在智慧交管领域发挥着重要作用。通过实时监测交通流量,智能交通系统能够根据路况信息进行交通疏导和优化。警务人员利用移动终端设备获取交通信息,及时处理交通事故和拥堵问题<sup>[10]</sup>。如交通高峰时段,通过手机应用程序实时了解路况,指挥交通,引导车辆分流。移动执法设备可对违规车辆进行快速处理,提高执法效率。此外,智慧交管还借助移动通信技术实现车辆远程监控和管理,保障交通安全。

### 5.4 智慧边检

移动通信技术为智慧边检提供了强大支持。边检人员通过移动终端设备实现对出入境人员和货物的快速查验和信息采集。利用生物识别技术和移动网络,可对出入境人员进行身份验证和信息比对。在边境地区,通过部署移动监控设备和传感器,实时监测边境动态,及时发现异常情况。移动通信技术还能实现与其他部门的信息共享和协同工作,提高边检工作的效率和安全性。

## 6 警务信息传递中应用移动通信技术的前景展望

从技术层面看,未来智能化水平将不断提升。人工智能、

大数据等技术将深度融入移动通信技术,实现对警务信息的智能分析与处理。通过智能算法对海量警务数据进行挖掘,为警务决策提供精准支持,使警务工作更加科学、高效。

在安全保障方面,移动通信技术将进一步强化安全防护。随着网络安全威胁日益复杂,通信系统将采用更先进的加密技术和身份认证机制,确保信息安全。

从应用场景来看,移动警务将更加普及和多元化。在城市管理、应急救援等领域,移动通信技术将发挥更大作用。在突发事件现场,移动警务设备能够实时传递信息,为指挥决策提供支持。此外,随着物联网技术的发展,警务设备与各类设施的互联互通将更加紧密,实现全方位的信息共享与协同。

在服务民众方面,移动通信技术将为公众提供更便捷的服务。通过移动应用程序,民众可以实时获取警务信息、举报犯罪等。警方也能通过移动通信技术更好地与民众沟通,提高公众对警务工作的参与度和满意度。

## 7 结语

总而言之,移动通信技术在警务信息传递中具有重要作用,通过构建先进的通信网络和应用平台,警务人员能够更加便捷地获取和传递信息,实现对各类警务活动的有效指挥和调度。同时,移动通信技术还能够为警务工作提供强大的支持,提高警务工作的效率和质量。相信未来在移动通信技术的支持下,警务工作将更加高效、便捷、安全,为社会的稳定和发展做出更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 宋启文. 基于GIS的公安扁平化指挥调度系统的设计与实现[D]. 四川:电子科技大学,2017..
- [2] 胡华玉. 基于云计算的统一通信警务协同研究与应用[J]. 数字通信世界,2018(3):177.
- [3] 许炜,曾凡海. 基于宽窄带融合技术的融合通信系统及其在移动警务中的应用[J]. 警察技术,2019(2):11-13.
- [4] 王永刚. 铁路公安移动警务建设研究[J]. 铁道警察学院学报, 2023,33(06):5-11.
- [5] 俞璐璐,杨慧敏,刘茜. 科技兴警时代下公安大数据智能化建设的研究与实践[J]. 江苏通信,2023,39(04):87-91+18120.
- [6] 徐贵森,白鹏,赵中环,等. 移动警务 I 类系统开展采集类业务应用探讨[J]. 警察技术,2023,(03):53-55.
- [7] 姜西斌,徐乐,刘光耀. 基于微服务的多网络融合通信平台[J]. 警察技术,2023,(01):28-31.
- [8] 邱彤玉,林宣廷. 借助无线宽带通信技术创新移动警务工作机制[J]. 中国新通信,2022,24(23):1-4.
- [9] 柳俊,付占恒. 大数据背景下卓越网络安全执法警务人才培养体系研究[J]. 法制博览,2022,(21):93-95.
- [10] 袁跃文,刘昱,吴双,等. 公安340 MHz无线宽带通信系统在复杂环境下的创新应用研究[J]. 数字通信世界,2022,(06):116-119.

# Research on the application of digital twin technology in intelligent water conservancy projects

Xiaocong Li

China Tower Co., Ltd. Xinxiang City Branch, Xinxiang, Henan, 450000, China

## Abstract

With the rapid development of digital twin technology, its application in intelligent water conservancy projects has attracted increasing attention. In this paper, the current situation, long-term goal and the combination of intelligent hydraulic engineering and digital twin technology are reviewed. In particular, the application of digital twin technology in monitoring and warning system of water conservancy project, optimal allocation and management of water resources, intelligent water and urban water system management, intelligent water conservancy project operation and maintenance management is discussed. By means of real-time data collection and analysis, hydrological modeling and prediction, risk assessment and emergency plan formulation, digital twin technology can effectively enhance the intelligence of water conservancy projects, improve water resources allocation, enhance the efficiency of urban water system management, and provide scientific basis for the maintenance of facilities. This study lays a theoretical foundation for the application of digital twin technology in the field of intelligent hydraulic engineering and provides a practical reference.

## Keywords

digital twin technology; Intelligent water conservancy project; Applied research; Early warning system

# 数字孪生技术在智慧水利工程中的应用研究

李小葱

中国铁塔股份有限公司新乡市分公司, 中国 · 河南 新乡 450000

## 摘 要

随着数字孪生技术的迅猛发展,其在智能水利工程项目中的应用研究日益受到关注。本文综述了智能水利工程的当前状况、长远目标及其与数字孪生技术的结合点。特别探讨了数字孪生技术在水利工程监控预警体系、水资源优化配置与管理、智能水务及城市水系统治理、智能水利工程运维管理等方面的具体运用。借助于实时数据的收集与解析、水文建模与预判、风险评价与应急方案制定等方法,数字孪生技术可有效增强水利工程的智能化程度,改善水资源调配,提升城市水系统管理效能,并为设施的维护提供科学依据。本研究为数字孪生技术在智能水利工程领域的应用奠定了理论基石并提供了实践参考。

## 关键词

数字孪生技术; 智慧水利工程; 应用研究; 预警系统

## 1 引言

水资源是人类生存与社会进步之基石,伴随全球气候变迁及人口规模扩张,其管理正遭遇史无前例的考验。智能水利工程项目作为应对上述难题的关键策略,其重心在于借助当代信息技术增强水利工程的智能化程度。数字孪生技术作为一项崭新的信息化手段,通过创建物理对象的虚拟对应体,达成对实际物体的即时监测、解析与优化。

## 2 数字孪生技术在智慧水利工程中的潜在应用价值

数字孪生技术在智能水利工程中显现出较大的应用潜力。借助构建水利工程及其周边环境的数字化映射,该技术为管理者提供了详尽且直观的信息展示与决策辅助,增强了决策的科学性和效能。数字孪生技术可仿真不同调度策略下的水库运行状况,评估这些策略对下游河流流量、生态平衡及社会经济的潜在影响,可实现水资源的合理分配和高效利用<sup>[1]</sup>。此外,这一技术能协助制定防洪应急计划,提升防洪减灾的能力,并通过实时监控大坝等水利设施的核心参数,保障水利工程的安全稳定运行。数字孪生技术还可以促进水资源的跨区域协同治理,推动水利行业向智能化、环保化、高效化的方向发展。总之,数字孪生技术在智能水利工程中

【作者简介】李小葱(1980-),女,中国河南巩义人,本科,工程师,从事通信行业研究。



扮演着非常重要的角色，其应用将为水利行业的可持续发展带来新的动力。

### 3 智慧水利工程的概述

#### 3.1 水资源管理的现状

目前，全球范围内的水资源管理正遭遇多重挑战，如水资源匮乏、水质污染、气候变化对水循环的扰动及人口膨胀所施加的压力。传统水资源管理模式通常基于人工观测与经验决策，存在实时响应不足及准确性欠佳的问题，难以适应日益复杂的水环境变化。加之水资源分配与使用效率低下，加剧了资源的无谓损耗。在部分区域因缺乏高效监控与治理机制，洪涝与旱灾等自然灾害频现，对社会经济发展及民众生活质量造成了深远影响。鉴于此，亟待开发一种新型管理模式，以提升水资源管理的智能化与精细化程度。

#### 3.2 智慧水利工程的目标

智慧水利工程能够融合先进的信息技术、物联网技术、大数据分析以及人工智能等手段，实现对水资源的全方位感知、智能化分析与精确调控。该工程的核心目标涵盖如下方面：提升水资源利用效率，减少资源浪费，保障水资源的可持续利用。实现水资源的实时监测与动态管理，增强应对极端气候事件的能力<sup>[2]</sup>。优化水资源分配，协调各区域、各行业及各类用户的用水需求。保护水环境生态系统，减轻水体污染，维持水生态系统的健康与稳定。

#### 3.3 数字孪生技术与智慧水利工程需求的契合点

数字孪生技术可以构建物理实体的虚拟映射，借助实时数据交换达到对物理实体的仿真、解析与优化效果。在智能水利工程项目中，该技术与工程项目的契合点体现在多个方面。首先，可覆盖水利工程的整个生命周期管理，涵盖设计、建设直至运维阶段，利用数字孪生模型实施仿真与优化。其次，通过数字孪生模型的运用，可以实现对水利工程项目的动态监测，有效识别并预判潜在故障，及早采取维护措施，进一步提升工程的安全性能与稳定运行。借助数字孪生技术能模拟多种水资源管理方案及紧急应对策略，为管理层提供科学决策支持，促进水资源的合理分配与高效调度<sup>[3]</sup>。

### 4 数字孪生技术在智慧水利工程中的应用

#### 4.1 水利工程监测与预警系统

##### 4.1.1 实时数据采集与分析

数字孪生技术在水利工程领域的应用为实时监控与管理带来了革命性的变革。通过在物理环境中布设各类传感器，数字孪生系统可持续采集水位、流量及水质参数等核心数据。这些传感器所获取的数据经由高速网络传输至云端，并借助云计算的强健算力，配合大数据分析技术，实现对庞杂信息的深度解析与智能化处理。运用前沿的算法与模型，数字孪生平台可识别数据中的异常模式与潜在趋势，预判可能发生的状况，进一步发挥预警作用<sup>[4]</sup>。例如，通过对历史与实时数据的综合分析，该系统可预测洪水发生的概率，及

时采取预防措施，以减轻灾害带来的影响，同时数字孪生技术可以优化水资源的配置与管理，提升水利系统整体运作的效能与稳定性。

##### 4.1.2 水文模拟与预测

数字孪生技术作为一种新颖的仿真手段，通过构建虚拟的水文环境以模拟实际世界中的水文循环过程。借助数字孪生模型，研究者可整合历史水文资料与当前监控数据，建立一个高精度的水文模拟系统。该系统具备实时反映江河、湖泊、水库等水体动态演变的能力，进一步预判未来特定时期的水文变迁趋势。通过此类仿真研究者得以预先辨识出潜在的洪涝及干旱威胁，为水利设施的运营管理提供科学支撑。例如，在洪涝预警领域，数字孪生模型可通过综合考量降水量、河道水位、土壤含水量等多项指标，预估洪涝事件的发生概率及其可能波及的区域。

##### 4.1.3 风险评估与应急预案

数字孪生技术在水利工程项目中的运用为风险的评估与管理带来了革新性的工具。通过建立水利工程的数字孪生模型，可实现对结构安全性、环境影响及运行效能等多方面数据的实时监测与深入分析。利用前沿的数据分析与仿真技术，数字孪生系统可预见如洪水、渗水、结构老化等潜在风险，并对其进行精确的量化评价。依据此类评估结论，水利设施的管理人员可编制更加精准且具科学性的应急方案。这些方案不仅涵盖了传统意义上的应急措施，还能依据实时数据动态调整应对策略，保证在遭遇极端气候或突发事件等紧急状况时能及时高效地作出反应，最大限度地减轻人员伤亡和经济损失。

#### 4.2 水资源优化调度与管理

##### 4.2.1 水库、河流的数字孪生模型

借助水库与河流的数字孪生模型构建可以实现水资源管理的全方位模拟与预测，该技术依托先进传感器、数据采集及分析工具，构建出能实时映射现实世界水流、水质、水位等核心参数的虚拟水体环境。此类模型可以深化对复杂水文现象的理解，并评估各类气象条件及人为活动对水资源的潜在影响。非常关键的是数字孪生模型可仿真多种水资源调配策略，例如，水库泄流调控、河流污染防控措施等，以预测其对生态环境及下游用水需求在不同时间尺度上的影响。通过此类仿真分析，管理者得以直观对比各方案的优势与劣势，进一步选定最为合理且可持续的水资源管理路径。

##### 4.2.2 水资源分配与调度优化

借助数字孪生技术构建起一个虚拟的水资源管理系统，实现对现实世界水资源状态的精准模拟与实时监测。通过运用物联网传感器所采集的数据，该技术能对包括河流、水库及地下水在内的各种水资源进行动态解析，并预估其未来的演变趋势。由此管理者可以根据气象预测、季节交替以及用水需求等多重因素，制定更为科学且合理的水资源调配计划。

### 4.2.3 水质监测与保护

数字孪生技术借助构建虚拟水体模型,可实现与现实环境中水质数据的即时同步及分析。该技术运用传感器网络来采集水体的关键参数,如温度、pH值、溶解氧浓度以及浑浊度等,并将这些数据上传至云平台以供进一步处理与解析。借助此类实时监控手段,可及时捕捉到任何异常波动,揭示可能存在的污染源头。此外,通过融合地理信息系统(GIS)与遥感技术的应用,可精确锁定污染位置并对其传播轨迹及影响区域做出详尽分析。此举不仅有利于污染事件的即时应对,同时也为相关治理策略的制定提供了坚实的科学支撑。

## 4.3 智慧水务与城市水系统管理

### 4.3.1 城市排水系统的数字孪生

数字孪生技术作为一种革新的方法论,通过构建与实际城市排水系统相匹配的虚拟模型为城市规划者及工程师提供了更为详尽的系统运行洞察与预判能力。借助该技术可在多种降水条件下仿真雨水流动与排水流程,进一步识别出潜在的运行障碍与问题区域。此类仿真手段可为城市规划者在排水管网的设计上做出优化决策,例如,调整管径大小、改善管网分布或增加蓄水装置,以增强系统对极端气候的适应能力。同时数字孪生模型亦能实现对城市排水系统运行状况的实时监测,快速定位并处理故障,提升系统的稳健性和运作效能。

### 4.3.2 智能供水系统的优化

数字孪生技术在城市供水系统中的应用标志着水资源管理领域的一次革命性突破。通过构建供水系统的虚拟模型,实现了实时监测与深入分析的功能。该系统可即时采集各类关键数据,如水压、流量及水质等,精准地掌握供水网络的运行状况。凭借先进的数据分析与机器学习算法,供水调度策略得到了较大优化,保证了水资源的有效配置。

### 4.3.3 城市防洪排涝的模拟与规划

数字孪生技术在城市供水系统中的应用推动了水资源管理的革命性变革。通过构建供水系统的虚拟模型,实时监测与分析得以实现。该系统可即时采集包括水压、流量、水质等在内的关键参数,精准掌握供水网络的运行状况。运用先进的数据分析及机器学习算法,供水调度策略得以优化,保障了水资源的有效配置。

## 4.4 智慧水利工程的维护与管理

### 4.4.1 设施健康监测与寿命预测

数字孪生技术作为一种创新的解决策略,通过构建水利工程设施的虚拟模型,实现了对实际设施的实时监控与深入分析。该技术依托物联网传感器采集的数据,融合高级数据分析及机器学习算法,可精确评估设施的运行状态。借助持续性的监测,数字孪生系统具备预测设施使用寿命、辨识潜在故障节点并预先发出警报的能力。此举有利于迅速开展

维修与保养作业,还能有效防范意外故障的发生,保障水利工程的安全与稳定。通过优化维护方案,数字孪生技术还可在降低成本的同时延长设施的服役时间,提升水利系统的经济效能与环境友好性。

### 4.4.2 维护决策支持系统

借助数字孪生技术,水利工程维护决策支持系统得以创建与实际水利设施相匹配的虚拟模型。此系统经由实时监测与数据分析,可以实现对水利工程结构健康状态的精准评价。依托于上述数据系统能提出具体的维护建议,例如,明确需更换或修复的组件,及确定最优的维护时机。同时系统还能依据过往数据和维护档案,推算各类维护作业的成本,以支持预算规划。非常关键的是系统具备模拟多种维护计划的能力,并预估这些计划对设施效能与使用寿命的长远影响,进一步辅助管理者选定最经济且可持续的维护方针。

### 4.4.3 资产管理与生命周期评估

数字孪生技术在水利工程项目管理中占据核心地位,其通过构建虚拟水利工程模型实现了对物理资产的全方位生命周期管理。自设计初期起该技术便能进行方案的仿真与优化,以保证工程设计的科学性和实施的可行性。在施工期间借助数字孪生技术可实现对工程进度及质量的动态监控,迅速识别并解决潜在问题,提升施工效率与工程质量。进入运营阶段后该技术还能持续跟踪水利工程的实际运行状况,运用数据驱动的方法预测维护需求,有效降低非计划停机率,延长设备的服役周期。

## 5 结语

本文全面分析了数字孪生技术在智慧水利工程中的应用,指出其在提高水资源管理效能、优化调度方案、强化监测预警机制及改善城市水务管理等方面的重要作用。通过建立水利工程的数字孪生模型,可以实现对复杂水系统的实时监控与精确预测,为决策者提供坚实的科学依据,有效解决各类水问题。随着数字孪生技术的不断进步与完善,其在智慧水利工程领域的应用将更为广泛且深入,为实现水资源的可持续利用和水环境的全面保护提供强大的技术支持。

## 参考文献

- [1] 韩月朦. 数字孪生技术在智慧水利工程中的应用研究 [J]. 河南水利与南水北调, 2024, 53 (11): 88-90.
- [2] 苟文萱. 数字孪生技术在智慧水利中的应用探讨 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (10): 23-25.
- [3] 蒋国栋,邓大建,李莉,等. 数字孪生技术在水利工程中的应用 [J]. 电子技术, 2024, 53 (09): 96-97.
- [4] 刘瑞端. 数字孪生技术在水利工程设计中的应用研究[C]// 河海大学,江苏省水利学会,浙江省水利学会,上海市水利学会. 2024 (第十二届)中国水利信息化技术论坛论文集. 黄河口水文水资源勘测局, 2024: 5.

# A brief analysis of the current situation and development prospects of AC servo system

Yang Liu

China Institute of Network and Communication Technology, Shijiazhuang, Hebei, 050011, China

## Abstract

Ac servo system is a kind of AC motor as the control object, can achieve high-precision, high-performance control mechatronics system, usually composed of servo drive, servo motor and feedback device, it is an important part of the motion control system, with the development of modern industrial technology and microelectronics technology progress, Various hardware and control technologies related to AC servo systems have been rapidly developed. With the improvement of AC servo system performance and the reduction of price, it has gradually become the development trend of modern servo drive system. This paper briefly analyzes the general situation, application status and development trend of AC servo system.

## 关键词

伺服系统; 技术特点; 应用现状; 发展趋势

## Keywords

servo system; technical characteristics; application status; development trend

# 浅析交流伺服系统的现状与发展前景

刘扬

中国电科网络通信研究院, 中国 · 河北 石家庄 050011

## 摘 要

交流伺服系统是一种以交流电动机为控制对象, 能够实现高精度、高性能控制的机电一体化系统, 通常由伺服驱动器、伺服电机和反馈装置组成的, 它是运动控制系统的重要组成部分, 随着现代工业技术的发展和微电子技术的进步, 与交流伺服系统相关的各种硬件和控制技术获得了快速发展。随着交流伺服系统性能的提升和价格的降低, 其逐渐成为现代伺服驱动系统的发展趋势。本文从交流伺服系统的概况、应用现状和发展趋势等方面进行了简要分析。

## 1 交流伺服系统简介

“伺服”一词来自英文单词 Servo 的音译, 是指运动系统按照人们的外部指令要求进行运动。随着科技的发展, 伺服系统从一开始的液压模式发展到目前的电气模式。电气伺服系统主要由伺服电机、反馈和控制装置组成。其中伺服电机是运动的主要执行部件, 是伺服系统的核心部件, 作用是将电能转换为机械能, 根据控制器的指令带动负载进行精确的位置、速度或力的控制。近些年, 随着微处理器技术、大功率高性能半导体功率器件技术和电机永磁材料制造工艺的发展及其性价比的日益提高, 交流伺服技术逐渐成为主导产品。交流伺服电机克服了直流伺服电机存在的电刷、换向器等机械部件所带来的各种缺点, 逐步取代了直流电机, 交流伺服系统也逐渐变成了市场主流。

【作者简介】刘扬 (1981-), 女, 中国北京人, 硕士, 高级工程师, 从事伺服控制研究。

## 2 交流伺服系统的发展现状

### 2.1 交流伺服系统的分类

首先, 交流伺服系统按照接收和处理指令信号的方式可分为以下三类: 模拟式伺服系统, 驱动器采用模拟电路实现控制功能, 结构简单、成本较低, 但控制精度和灵活性有限; 全数字式伺服系统, 驱动器以数字信号处理器 (DSP) 或微控制器 (MCU) 为核心, 采用数字控制算法, 可实现高精度、高灵活性的控制, 并且易于实现智能化和网络化功能; 以及介于两者之间的数字模拟混合式伺服系统。其次, 按照伺服系统的伺服电机来分也可以分为两类, 一是利用永磁同步伺服电机组成的伺服系统, 具有高效、高功率密度、高精度等优点, 在工业自动化、机器人、数控机床等领域应用广泛; 二是用鼠笼式异步电机构成的伺服系统, 结构简单、成本低、可靠性高, 适用于对精度要求不是特别高的场合。

### 2.2 目前交流伺服系统相关产品的概况和性能分析

随着交流伺服系统在国民经济中的应用日趋广泛, 目前市场上与交流伺服系统相关的产品种类日益齐全, 从交流



伺服电机、变频器、各类伺服控制器到车间和厂级监控工作站等一应俱全。

### 2.2.1 伺服电机

伺服电机是指在伺服系统中控制机械元件运转的发动机，是一种辅助马达间接变速装置，可控制速度、位置精度非常准确。其工作原理是驱动器控制的 U/V/W 三相电形成电磁场，永磁铁制成的转子在此磁场的作用下转动，同时电机自带的编码器将转子的位置反馈给驱动器，驱动器根据反馈值与目标值进行比较，调整输出的电信号，精确控制电机的转速和位置。目前市场上的伺服电机按照容量可以分为超小型、小型、中型和大型。由于永磁材料制造技术不断提高，以钕铁硼为代表的新型永磁材料被用于永磁伺服电机的制造。同时交流伺服电机也采用了更合理的结构设计和更先进的位置编码器，通信速率、通信周期、数据长度和分辨率等指标都有较大提高。这些新材料、新技术的应用使得伺服电机在体积不断缩小的情况下，性能却得到大幅度的提升。

### 2.2.2 伺服控制器

伺服控制器是伺服系统的核心部件，它由控制器主板、信号接收模块、驱动模块、保护模块和通讯模块组成，具有高精度控制、高速度响应、高可靠性、可编程性和多种控制方式的特点。传统的模拟控制存在系统调试困难、易产生漂移、不易复杂计算，无法实现现代控制算法等缺点，随着伺服系统的发展，传统的模拟控制逐步成为采用全数字化结构，伺服控制系统以现代矢量控制思想实现了电流向量的幅值控制和相位控制的现代伺服系统取代。其先进的技术和工艺主要有以下几方面：

①在控制算法方面，比例、积分、微分控制是最常用的控制算法之一，通过调整比例系数、积分时间和微分时间、使系统能够快速、准确地跟踪目标位置或速度，同时具有较好的稳定性和抗干扰能力；自适应控制能够根据系统的运行状态自动调整控制参数，以适应不同的工作条件和负载变化，提高系统的鲁棒性和适应性；智能控制如模糊控制、神经网络控制等，这些算法可以处理复杂的非线性系统，具有更好的控制性能和自学能力。现代伺服系统一般采用将控制算法固化在专用硬件环路中的方式利用硬件来进行电流环控制，减少了主 CPU 的运算量。并采用高速的 d-q 轴变换电流单元提高了转矩控制精度，保证了系统在稳态及瞬态运行时都具有良好性能。

②电机控制技术方面，矢量控制通过对电机的磁场和转矩进行解耦控制，实现对电机的高精度控制，使电机在不同的负载和速度下都能保持良好的性能；直接转矩控制则是利用直接控制电机的转矩和磁链，不需要复杂的坐标变换的特点，具有响应速度快、控制精度高的优点。

③通信技术方面，工业以太网具有高速、可靠、实时性强等优点，能够实现伺服控制器与上位机、其他设备之间的快速数据传输和通信；现场总线，如 Profibus、Modbus、

CANopen 等，是一种低成本、高可靠性的通信方式，目前广泛应用于工业自动化领域。

④传感器技术方面，位置传感器常用的有编码器、旋转变压器等，能够精确测量电机的位置和转速，为伺服控制器提供反馈信号，实现闭环控制；电流传感器，用于测量电机的电流，实时监测电机的工作状态，实现过流保护和电流环控制。

⑤电路设计与制造工艺方面，印刷电路板（PCB）设计上，需要考虑电磁兼容性（EMC）、信号完整性、散热等问题，合理布局电路元件，优化布线，以确保伺服控制器的性能和可靠性；先进的焊接工艺，如表面贴装技术（SMT）、波峰焊、回流焊等，确保焊接质量，提高电路的稳定性和可靠性。

⑥电磁兼容性设计工艺方面，通过屏蔽技术，对伺服控制器的外壳、内部电路等进行屏蔽处理，防止外部电磁干扰进入控制器内部，同时也减少控制器内部电磁辐射对外部设备的影响；同时随着滤波技术的进步，在电源输入和信号输入输出端安装滤波器，滤除电源中的高频噪声和干扰信号，提高系统的抗干扰能力。

⑦在机械结构设计与制造工艺方面，结构设计需要考虑伺服控制器的散热、安装、防护等问题，设计合理的外形尺寸和结构布局，确保控制器在不同的工作环境下都能正常运行；制造工艺上更多地采用高精度的加工设备和工艺，确保机械结构的精度和质量，提高伺服控制器的稳定性和可靠性。

⑧最后在软件编程与调试工艺上，软件编程采用高效、稳定的编程语言和编程方法，编写伺服控制器的控制程序和通信程序，确保程序的可读性、可维护性和可扩展性；调试工艺通过先进的调试工具和方法，对伺服控制器进行硬件调试和软件调试，确保控制器的各项功能和性能指标达到设计要求。

### 2.2.3 上位控制群的广泛应用

随着科技的发展和生产工艺的提高，工业生产对于机械化设备的高速度、高精度和小型化的要求越来越高，因此上位机控制群的应用越来越广泛。这种控制系统具有可从上层直连到底层的通用输入、输出控制单元以及视觉传感系统，编程语言可按照用户要求进行选择和配置。上位控制群在自动化控制系统中起着承上启下的作用，它不仅要与现场设备进行实时通信和数据采集，还要为操作人员提供良好的监控和操作平台。目前，该系统在工业自动化、能源管理、智能交通、智能家居等多个领域有着广泛的应用。

## 2.3 我国交流伺服系统的主要差距

交流伺服系统的性能指标主要包括调速范围、定位精度、稳速精度、动态响应和运行稳定性等五方面。我国现阶段的伺服系统与国外先进水平还有一定的差距。首先，国外高性能伺服电机的响应频率已经高达 900Hz，而国产的绝大

部分产品的频率都在 200 ~ 500Hz, 差距是非常明显的。其次, 国产产品在系统运行的稳定性方面和世界先进水平也存在较大差距。最后, 由于国外对伺服控制技术的封锁, 使得以软形式进行伺服控制的伺服系统的核心技术与世界先进水平存在较大的差距, 严重制约了我国高性能伺服系统的发展, 因此研发最先进的永磁同步电机伺服控制技术已经成为这一领域当前最为迫切的任务之一。

### 3 交流伺服系统的发展前景分析

#### 3.1 交流伺服系统的应用前景

现代交流伺服系统首先被应用到的是具有高精度控制要求的宇航和军事领域, 例如火箭发动机、导弹发射车和雷达控制等方面。随着技术的不断进步, 和生产精度和自动化要求的不断提高这一技术逐渐进入到工业和民用领域, 并得到迅速发展和广泛应用。在工业方面主要用于高精度数控机床、智能机器人以及其他的数控机械。在数控机床中的部分高端产品已经开始采用永磁交流直线伺服系统。由于科技和经济的不断发展, 工业生产中对于工业机械的高精度要求以及工业机械向自动化、数字化和智能化不断发展, 同时, 由于机电一体化技术的不断成熟, 自动驾驶技术和智能化楼宇的出现标志着这一技术已经逐步走进我们的日常生活。因此, 交流伺服系统在未来必将得到越来越广泛的应用。

#### 3.2 交流伺服系统的发展方向分析

##### 3.2.1 数字化

随着数字技术和微处理技术的不断进步, 以模拟电子器件为主的伺服控制单元将会被采用全数字处理器的伺服控制单元全面取代, 从而实现伺服系统全数字化。在伺服控制方面将逐步转变为软件控制, 以便在伺服系统中应用现代先进的控制方法。

##### 3.2.2 高性能化

随着工业生产和科学研究对精度要求的不断提高, 交流伺服系统需要进一步提高位置、速度和力矩的控制精度。这将促使研发更先进的控制算法和传感技术, 以实现亚微米甚至纳米级的定位精度; 同时, 在高速加工、机器人快速运动等应用场景中, 要求交流伺服系统具备更快的动态响应能力, 能够在短时间内实现速度和位置的快速变化, 并且保持稳定和精确。

##### 3.2.3 高集成化

下一代伺服系统将采用高集成化的多功能控制单元。将电机、驱动器、传感器和控制器等集成在一起, 形成一体化的伺服模块, 减少系统的复杂性和布线难度, 提高系统的可靠性和稳定性。同时, 模块中对于每一个控制单元, 均可以通过软件对系统参数进行重新设置, 以改变伺服系统的性

能以适应不同用户的需求, 既可以使用内置的传感器构成半闭环调节系统, 又可以通过接口连接外部传感器构成全闭环调节系统。

##### 3.2.4 智能化

智能化是目前自动控制的一个发展方向, 因此伺服驱动系统智能化是一种必然趋势。最新伺服控制单元的智能化特点主要有: ①参数记忆功能。所有参数都可以保存在伺服单元内部, 甚至可以在运行过程中由上位计算机实时加以修正; ②故障自查与分析功能。当系统出现故障时, 其类型和可能的原因可以清楚地显示出来, 以便于维修和调试; ③参数自整定的功能。新一代的伺服单元能够通过试运行自动进行系统的参数整定和优化。系统将结合人工智能、机器学习等技术, 使交流伺服系统能够自动学习和适应不同的工作环境和任务要求, 实现智能化的故障诊断、参数自整定和控制策略优化。

##### 3.2.5 模块化和网络化

为适应工厂自动化的迅猛发展, 最新的伺服系统都配置了标准的串行通信及局域网接口, 支持多种工业网络协议, 如 EtherCAT、Profinet、ModbusTCP 等, 实现与其他设备和系统的无缝连接和协调工作, 以便增强伺服单元与其他控制设备的互联能力, 可实现远程监视、远程参数设置和远程诊断等功能, 方便设备的管理和维护; 也可使数台以至数十台伺服单元与上位控制计算机连接形成一个完整庞大的数控系统, 有效提升了工厂自动化的水平。

### 4 结语

随着科技的发展, 运动控制领域的自动化水平不断提高。在此背景下, 作为运动控制核心的交流伺服系统的发展日新月异。伺服控制由传统的模拟控制向数字化、智能化和网络化不断迈进。本文对交流伺服系统的构成、应用现状以及未来的发展趋势进行了简要的讨论, 限于篇幅, 分析不够深入, 以供大家参考。

#### 参考文献

- [1] 李旭. 智能伺服系统研究[J]. 天津成人高等学校联合学报. 2004(05)
- [2] 陈吉红, 朱志红, 熊清平. 发展我国伺服驱动产业的探讨[J]. 伺服控制. 2007(02)
- [3] 卢礼华, 梁迎春, 于福利, 苏宝库. 机电伺服系统机构和控制集成设计方法研究现状[J]. 航空精密制造技术. 2008(06)
- [4] 郑泽东, 李永东. 永磁同步电机伺服控制系统的研究现状及发展[J]. 伺服控制. 2008(12)
- [5] 舒志兵, 董科, 章杰, 卢宗春, 汤世松. 伺服运动控制系统及其数控加工应用[J]. 自动化博览. 2010(11)

# Development and Application of a Dual-Source Based Groundwater Environment Monitoring and Early Warning Platform

Xinxin Wang Peng Hu Meiqin Sun Rui Wu Xulong Gao

Wuhan Zhibo Chuangxiang Science and Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

## Abstract

This article proposes a comprehensive groundwater environment monitoring and early warning platform that integrates groundwater dynamic monitoring, data management, analysis, early warning, quality evaluation, assessment, and decision support based on the requirements of groundwater environment monitoring data management. We have developed a groundwater environment monitoring and early warning platform using microservice technology, multi-source heterogeneous automatic recognition technology, and early warning technology. This platform not only realizes automatic and intelligent monitoring of groundwater environment for online monitoring wells, but also constructs a groundwater environment management system for the entire business process of groundwater environment monitoring, early warning, evaluation, and assessment. It provides convenient and efficient business tools for groundwater environment management personnel and helps with groundwater environment protection.

## Keywords

Online monitoring of groundwater; Groundwater quality assessment; Dual source data

# 基于双源的地下水环境监控预警平台研发与应用

王鑫鑫 胡鹏 孙美琴 吴瑞 高旭龙

武汉智博创享科技股份有限公司, 中国·湖北 武汉 430000

## 摘要

本文基于地下水环境监测数据管理要求,提出了一款集地下水动态监测、数据管理、分析、预警、质量评价、考核及决策支持于一体的综合性地下水环境监控预警平台。采用微服务技术、多源异构自动识别技术和预警技术,研发了地下水环境监控预警平台,该平台不仅对在线监测井实现地下水环境自动化、智能化监控,而且构建地下水环境监测、预警、评价、考核等全业务流程的地下水环境管理体系,为地下水环境管理人员提供便捷、高效的业务工具,助力地下水环境保护工作。

## 关键词

地下水在线监测; 地下水质量评价; 双源数据

## 1 引言

在工业化进程的飞速发展和人类活动日益频繁的今天,地下水正面临前所未有的挑战和压力。农业活动、富营养化、生活垃圾与废水、工业排放等污染源将有害物质不断输入地下水循环系统,导致水质的恶化,对人类健康和生态环境构成了严峻的威胁<sup>[1-3]</sup>。因此,实时掌握地下水水位、水质、水温等重要指标的变化规律,是实现地下水资源可持续发展的重要前提。为应对这一挑战,2021年10月29日,国务院发布《地下水管理条例》,旨在加强地下水资源的保护和合理利用。该条例强调了建立统一的国家地下水监测站网和地下水监测信息共享机制的重要性,以确保对地下水环境进

行动态监测。由于地下水自动监测总站数多,实时监测数据量较大,数据监测过程中存在缺报、异常、突变较大等复杂情况,数据治理主要依靠人工,缺少自动化识别手段<sup>[4]</sup>。

“十四五”国家地下水环境质量考核监测站点分别实现对平原、盆地,集中式地下水型饮用水水源地,关注度高、地下水污染风险大的工业园区或聚集区进行监控。然而过去一段时间,出现了“重评价,轻考核”的现象<sup>[5]</sup>,因此构建完整的质量考核体系并加强考核点与“双源”(地下水污染源和集中式地下水型饮用水源)数据分析,对地下水环境保护工作的考核监督至关重要。在这样的背景下,开发一款集地下水在线监测井、考核点等各类数据获取、管理、分析、预警、质量评价、考核及决策支持于一体的综合性地下水环境监控预警软件系统,成为当务之急。

近年来,许多学者和研究人员在地下水监测管理系统

【作者简介】王鑫鑫(1997-),女,中国河南濮阳人,硕士,助理工程师,从事环保信息化研究。



领域投入了大量的时间和精力,致力于开发创新技术和解决方案。如关琴等<sup>[6]</sup>提出的地下水监测预警综合信息平台实现地下水监测数据采集、传输、存储、管理、分析、预警与发布,为地下水数据进行有效的管理与展示提供了强大的技术支持。此外,易树平等<sup>[7]</sup>针对“双源”地下水环境监管需求,实现地下水污染羽迁移预测与污染溯源。

由此可知,目前系统研究主要聚焦于地下水质量评价、数据管理、污染预警与溯源等方面。然而,为了进一步提升地下水环境监控的效率和准确性,开发一款能够满足对“双源”、监测井、考核点数据管理需求,同时提供在线监测井实时监测、实时预警,环境评价,质量考核以及可视化展示功能的综合性平台显得尤为重要。该平台不仅能够提供全方位的地下水环境保护和管理工作流程,还能够确保地下水资源的安全与可持续利用,同时为管理部门提供精确的数据支持和高效的决策辅助。

## 2 系统关键技术

### 2.1 微服务技术

本系统采用了微服务架构技术方式,将系统用到的服务开发成原子服务,然后进行注册,通过网关和负载均衡进行自动管理,在调用应用服务时,系统自动从负载均衡中选取对应的原子服务进行组装调用,从而加快后台服务调用相应的效率。这种架构方式有效地利用微服务的单一职责和服务自治特性,确保架构拥有更好的灵活性和故障隔离能力<sup>[8]</sup>。

### 2.2 多源异构数据自动识别技术

多源异构数据自动识别技术可以通过统一的数据结构和多源的数据输入插件实现多源异构数据的自动识别。可以实现不同源的数据输入,并实现多级别、多专题、多年度以及异构空间数据、非空间数据的集成分类管理,并提供统一的数据访问接口。利用该技术可以快速准确地识别多源数据(基础地质、水文地质、地理空间数据以及其他数据)、异构数据(图片数据、表格数据等)。

### 2.3 监测预警技术

参考《地下水环境质量标准》根据地下水质量分类,将地下水型饮用水源点位阈值设置为Ⅲ类,污染源点位阈值设置为Ⅳ类。根据国家考核标准分别对区域点、饮用水源点位、风险监控点位设定水质预警阈值。

在线监测井按照地下水型饮用水源和污染源分别设定阈值。在线监测井阈值主要包括对监测指标的范围和点位变化率进行设置。系统为用户提供对指标最高阈值、最低阈值设置功能,便于监控监测指标范围和变化情况。同时支持设置各监测站点的变化率阈值,超过一定的变化幅度则判定为预警点位。

## 3 功能设计

①数据管理模块是平台的基础,管理人员通过数据管理模块实现地下水相关数据的维护更新。支持导入 Excel 文

件或录入人工监测井基本信息和人工监测井监测数据、考核点基本信息和考核点监测数据、饮用水源信息、其他污染源信息。系统支持接入并查看在线监测井运行状态,针对监测井异常的设备支持上传维护信息,有助于运维人员及时记录并跟踪设备维护历史,为设备的长期管理和维护提供依据。

②数据分析模块提供基础统计分析、时间序列分析、空间统计分析和比较分析四类分析功能。基础统计分析实现对地下水环境监测数据进行最值、均值、检出率和超标率的统计;时间序列分析可实现历史监测数据对比分析;空间分析对监测数据空间分布规律进行分析,支持生成等值线和浓度分布图;比较分析提供不同监测井的数据对比。

③监测预警模块综合运用监测井水质类别和变化趋势进行预警,根据设置预警阈值对监测井的状态进行判断,快速筛选出潜在污染点位。针对在线监测井,通过设置最低阈值,最高阈值和变化率判断在线监测井数据运行情况。

④环境评价模块提供地下水质量评价和地下水污染状况评价,地下水质量评价按照《地下水环境质量标准》评价,并支持地下水质量的综合评价和单指标评价。地下水污染状况评价方法按照《地下水环境状况调查评价工作指南》计算污染指数。该模块评价结果可为管理人员掌握地下水水质分布情况提供决策支撑。

⑤质量考核模块包含达标预警、核实整改和成效评估。达标预警实现考核点预警点位和考核任务建立。核实整改由对应管理部门对不达标的考核点进行核实、整改以及审查。成效评估提供“十四五”规划要求的地下水生态环境信息填报。

⑥决策大屏模块提供丰富的地下水数据展示、查询、统计、地图联动功能。实现各类地下水专题图层(水位等值线图、浓度分布图、污染防治分区图、水源地区划图等)、各类监测井(国家级、省级、市级,人工监测、在线监测、考核点)、饮用水源、污染源和预警点位的综合展示和查询;其次针对相关的图层和监测数据提供基础统计展示。此外,还提供了量测、缓冲分析、运移分析等分析工具。

## 4 系统应用

### 4.1 实现在线监测井预警与设备维护一体化管理

系统实现在线监测井监测预警与设备维护一体化管理。系统能够实时判断监测井的运行状态。通过设定监测数据的最高阈值、最低阈值、变化率等关键阈值,系统有效实现了对监测井数据异常点位的及时预警。一旦发现异常,设备维护人员即可针对性地对监测井进行维护作业,并将维护详情及现场图片上传至平台,确保了在线监测设备的高效运行与数据准确性。

### 4.2 构建质量管理业务体系,助力水质保护

为实现地下水环境监测数据的高效管理与应用,本研究构建了完整的数据上传—水质评价—监测预警—质量考核的业务流程。地下水环境监测井监测数据通过 Excel 文件

上传,确保数据的实时性和精确性。在此基础上,系统通过水质评估和监测预警,构建预防水质恶化的坚实防线。此外,通过质量考核机制,明确各级管理层责任与义务,为地下水环境质量稳定提升提供管理支撑。

### 4.3 地下水综合分析，精准识别污染动态

通过数据分析和决策大屏模块的综合应用实现实时展

示地下水水质、预警点位、“双源”点位等信息一张图展示等，便于管理人员快速了解当前地下水状况。在此基础上，平台不仅实现跟踪水质随时间的变化趋势，预测未来的水质变化，而且支持预测超标指标在地理空间分布上的变化。从时间和空间上，综合分析地下水监测数据变化规律，精准识别污染动态，为地下水污染风险管理决策提供依据。



图 1 在线监测井设备维护

Fig.1 Maintenance diagram of the online monitoring well

## 5 结语

系统以地下水监测数据为基础,对地下水环境质量进行评价,并统筹考虑地下水管理需求,汇集“双源”数据,加强对“双源”点位和监测数据的分析,实现各类地下水环境数据的汇聚和集成应用。该系统为决策者实时提供预警信息,助力决策者与管理者制定出高效的地下水污染防治策略和应急响应措施,从而确保地下水资源的可持续利用与长期保护。

## 参考文献

- [1] 陈瑜,韩丽茹,郭文颢,等.雄安新区不同农用地类型土壤水氮时空变化[J].河北农业大学学报, 2024, 47(1):99-105.
- [2] 郭丽珊,佟洪金,刘国,等. 湖库型水源地有机质污染特征研

究——以川南地区H水库为例[J]. 四川环境, 2022, 41(4): 140-151.

- [3] 许芸.地下水水质分析及水污染治理措施探究[J].资源节约与环保,2021,(11):31-33.
- [4] 王卓然,卢洪健,高攀.国家地下水监测系统数据治理技术和体系[J].水利信息化,2023(6):32-38.
- [5] 倪鹏程,李名升,李宗超,等.国家地下水环境质量考核监测体系构建与应用[J].中国环境监测, 2023, 39(4):1-14.
- [6] 关琴,柳浩然,马雪莹,等.地下水监测预警综合信息平台建设研究[J].绿色科技, 2020(20):5.
- [7] 易树平,方铨,刘君全,等.地下水环境智慧监管技术集成与平台应用研究[J].中国环境监测, 2024(001):040.
- [8] 卫培刚,孔繁涛,曹姗姗,等.生态监测时空信息微服务:架构,技术与应用——以南岭国家站为例[J].环境生态学, 2024(002):006.

# Research on Key Technologies for Big Data Security and Privacy Protection

Jin Zhihong

The 22nd Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Xinxiang, Henan, 453000, China

## Abstract

With the rapid development and widespread application of big data technology, the security and privacy protection issues of big data are becoming increasingly prominent. This article summarizes the key technologies of big data security and privacy protection, analyzes the challenges faced, and conducts technical analysis based on practical cases. Through the research in this article, we can better understand and apply big data security and privacy protection technologies, and promote the development of the information security field.

## Keywords

big data security; Privacy protection; Key technologies of big data; Information security

## 大数据安全与隐私保护关键技术研究

金志宏

中国电子科技集团公司第二十二研究所，中国·河南 新乡 453000

## 摘 要

随着大数据技术的迅猛发展和广泛应用，大数据的安全性和隐私保护问题日益凸显。本文综述了大数据安全与隐私保护的关键技术，分析了面临的挑战，并结合实际案例进行了技术分析。通过本文的研究，可以更好地了解和应用大数据安全与隐私保护技术，促进信息安全领域的发展。

## 关键词

大数据安全；隐私保护；大数据关键技术；信息安全

## 1 引言

大数据时代的到来，使得数据的采集、存储、分析和应用变得前所未有的便捷和高效。随着数据量的增加和数据使用的广泛性，数据安全和隐私问题变得日益重要<sup>[1]</sup>。

## 2 大数据安全与隐私保护概述

大数据安全与隐私保护是当前大数据领域的热点问题。大数据安全技术研究主要包括数据加密、访问控制、安全传输等方面，旨在保护大数据存储、传输、应用过程中的安全性<sup>[4]</sup>。

①大数据安全技术是指针对大数据存储、传输和处理过程中的各种安全问题进行深入研究，从而提供有效的安全保障措施。大数据安全技术主要包括数据加密、访问控制、数据备份和恢复、安全审计等方面技术。

②大数据隐私保护技术是如何有效保护用户的隐私数据。大数据隐私保护技术主要包括数据加密、用户权限控制、

数据脱敏处理、匿名化等方面的技术。大数据隐私保护技术成为大数据安全领域的关键技术。

## 3 大数据安全与隐私保护关键技术

### 3.1 数据加密技术

数据加密是保护大数据安全的核心技术之一。它通过将原始数据转换为无法直接识别的格式，防止未经授权的访问和泄露。

对称加密：使用相同的密钥进行加密和解密，如 AES 算法，该方法优点是加解密简洁、快速，但密钥管理和分发比较复杂。

非对称加密：该方法使用一对密钥（即公钥和私钥）进行加密和解密，如 RSA 算法。公钥可以公开，私钥则保密。非对称加密解决了密钥分发问题，但计算复杂度较高。

数据加密技术确保了数据在传输和存储过程中的安全性，但也增加了计算和存储的复杂性。

### 3.2 隐私保护计算

隐私保护计算是一种在不泄露个人隐私的前提下对数

【作者简介】金志宏（1979-），男，中国河南新乡人，高级工程师，从事软件信息化方面研发研究。



据进行计算和分析的方法。其核心思想是将计算逻辑移动到数据持有方，只将计算结果传输给需求方。这种方法可以有效保护数据隐私，同时满足数据分析的需求。

同态加密：允许在加密数据上进行计算，而无需解密<sup>[3]</sup>，从而保护数据隐私。

差分隐私：通过在数据中引入噪声或扰动，确保在统计分析中不会揭示个体的隐私。差分隐私技术有助于平衡数据使用和隐私保护之间的关系。

### 3.3 数据脱敏与匿名化

数据脱敏是通过将原始数据进行变换和修改，使敏感信息无法直接或间接地联系到个人身份。数据匿名化则是一种将个人身份信息与敏感数据分离的技术。

数据脱敏技术：常用的数据脱敏技术包括数据抽样、数据分析和数据扰动等。数据脱敏可以在一定程度上保护数据隐私，但也可能导致数据的准确性和可用性下降。

数据匿名化技术：通过去标识化、一致性和关联性保护等手段，在保证数据可用的前提下实现数据的匿名化。

### 3.4 访问控制与身份验证

访问控制是防止未经授权的访问和操作的核心技术，确保只有经过授权的用户才能进行读取、写入或修改操作。安全身份验证是确认用户身份的过程，确保只有合法用户才能访问<sup>[5]</sup>。

访问控制策略：可以基于角色、权限或属性等，以提高系统的安全性。

身份验证技术：传统的用户名和密码组合已无法满足现代安全需求，因此新的身份验证技术应运而生。生物识别技术利用个体独特的生理特征进行身份验证。

### 3.5 安全审计与监控

安全审计是大数据环境下的一项关键技术，它通过对系统、网络 and 应用程序进行定期审查，发现并防止潜在的安全威胁。安全监控则用于实时监控网络流量和用户行为，及时发现异常行为并发出警报。

安全审计：可以识别潜在的恶意软件、未经授权的访问和数据泄露等。

安全监控：通过机器学习算法，安全监控系统能够不断学习和适应新的攻击模式，提高威胁检测的准确性。

## 4 大数据安全与隐私保护面临的挑战

大数据安全与隐私保护在实际应用中面临着诸多挑战，如数据量大、数据类型复杂、数据来源不确定等问题，这使得技术的研究和实践更加复杂和困难。

### 4.1 数据泄露风险

在大数据应用中，数据的泄露可能导致严重的隐私泄露问题，包括个人隐私、商业机密等。如何有效地保护数据安全，防止泄露成为一个重要挑战。

### 4.2 数据共享与安全

大数据的共享应用需要不同实体之间共享数据以实现

更好的数据分析结果，但如何在数据共享的同时确保数据的安全性，防止第三方恶意攻击，是一个关键挑战。

### 4.3 数据存储与加密

大数据在存储过程中面临着数据容量大、数据种类多等问题，如何高效地对数据进行加密保护，并且在高速数据处理过程中解密数据，是一个技术难点。

### 4.4 数据合规性与监管

大数据隐私保护面临着数据合规性、法律监管等方面的挑战。在数据处理过程中需要遵守各项相关法规，同时保证数据的安全性，这是一个重要的技术与管理难题。

### 4.5 技术人才与意识培养

在实际应用中，大数据安全与隐私保护需要具备专业的技术人才，而目前相关人才较为匮乏。如何加强人才培养，提高安全意识，也是一个重要挑战。

## 5 大数据安全与隐私保护技术的发展方向

未来，大数据安全与隐私保护技术的发展方向将更加注重技术的创新与实践，为大数据应用提供更全面、可靠的安全与隐私保护措施。

### 5.1 加密技术的演进

随着计算能力的提升和攻击手段的不断演变，传统的加密算法面临着越来越大的挑战。量子加密、同态加密和后量子加密等新型加密技术的发展，将为大数据安全提供更加坚实的保障。

量子加密：利用量子力学的原理，提供了一种理论上不可破解的加密方式<sup>[3]</sup>。量子密钥分发（QKD）技术使得通信双方能够安全地共享密钥。

同态加密：允许在加密后的数据直接进行计算，而无需先解密<sup>[3]</sup>，这一技术在云计算环境中尤为重要。

后量子加密：旨在抵御量子计算机的攻击，确保数据在未来的安全性。

### 5.2 身份验证技术的创新

身份验证是确保数据安全的另一重要环节。多因素身份验证、生物识别技术和无密码身份验证等新型身份验证技术的发展，将进一步提高数据的安全性<sup>[6]</sup>。

多因素身份验证：通过结合多个身份验证因素来增强安全性。

生物识别技术：利用个体独特的生理特征进行身份验证，准确性和安全性不断提高。

无密码身份验证：通过使用一次性密码、推送通知等方式，消除了传统密码的使用，提高了安全性和用户体验。

### 5.3 区块链技术的应用

区块链技术拥有去中心化和不可篡改的优点，逐渐被应用于数据安全领域。它为数据的存储和传输提供了新的解决方案。

数据完整性验证：通过将数据哈希值存储在区块链上，任何对数据的篡改都可以被及时发现。

去中心化存储：允许数据在多个节点上分布存储，降低了单点故障的风险。

智能合约：能够在满足特定条件时自动执行交易，确保交易的透明性和安全性。

#### 5.4 人工智能在数据安全中的应用

人工智能（AI）技术的迅速发展为数据安全提供了新的解决方案。AI可以通过分析大量数据，识别潜在的安全威胁，并采取相应的防护措施。

威胁检测与响应：AI可以实时监控网络流量，识别异常行为并发出警报。

自动化安全管理：AI技术可以自动化许多安全管理任务，如漏洞扫描、补丁管理等。

用户行为分析：通过分析用户的行为模式，AI可以识别潜在的内部威胁。

#### 5.5 数据隐私保护技术的加强

随着数据泄露事件的频发，数据隐私保护已成为公众关注的焦点。各国政府和企业都在研究数据隐私保护技术。

差分隐私技术：差分隐私是通过在数据中添加随机噪声来确保单个数据点的隐私。这种方法已被广泛应用于各种数据分析场景中，如推荐系统、位置服务和健康研究。

联邦学习：联邦学习是一种分布式机器学习框架，它允许多个数据持有者在不共享原始数据的情况下共同训练模型。这种技术可以保护用户数据的隐私，同时实现模型的高效训练和优化<sup>[2]</sup>。

隐私计算平台：隐私计算平台提供了安全的数据处理和计算环境，支持多种隐私保护算法和协议，以满足不同场景下的数据隐私需求。

### 6 大数据安全与隐私保护的实际应用案例

为了更好地理解和应用大数据安全与隐私保护技术，我们可以分析以下应用案例。

#### 6.1 军事行业的数据安全实践

在战场态势感知的实践中，在大数据和复杂网络环境下的战场态势感知，大数据安全与隐私保护的重要性尤为突出，举例介绍以下数据安全措施。

数据加密：指挥信息传输安全方面，安全防护措施除了物理隔离、逻辑隔离外，还需要进行数据加密等措施，旨在防止信息在传输过程中被窃取、篡改或泄露。

数据脱敏、访问控制：后勤保障系统中包含大量敏感数据，为确保数据的安全保密，应加强数据的加密处理，采用先进的加密算法，对数据进行深度保护，建立相应的访问机制，只有经过授权的人员才能访问敏感数据。

#### 6.2 金融行业的数据安全实践

金融行业是大数据应用的重要领域之一，也是数据安全风险较高的行业。为了保障用户数据的安全性和隐私性，

金融行业采取了一系列数据安全措施。

数据加密：金融行业普遍采用数据加密技术来保护用户敏感信息，通过采用先进的加密算法和密钥管理技术，金融行业确保了数据的机密性和完整性。

访问控制：金融行业对数据的访问限制非常严格，只有经过授权的人员才能访问授权数据，而且在访问过程中对访问行为进行监控和审计。

数据脱敏：在数据分析过程中，金融行业采用数据脱敏技术来保护用户隐私。通过对数据进行适当的变换和修改，金融行业可以在保护用户隐私的同时实现数据的有效利用。

#### 6.3 医疗健康领域的隐私保护

医疗健康领域是另一个大数据应用的重要领域。随着医疗数据的不断增加和共享，数据隐私保护成为一个重要的问题。

匿名化处理：在医疗健康领域，为了保护患者隐私，医疗机构采用匿名化处理技术来处理数据中的个人信息。

差分隐私：在医疗健康研究中，差分隐私技术被广泛应用于统计分析中<sup>[2]</sup>。通过添加适当的噪声来保护个人隐私，同时确保统计分析结果的准确性和可靠性。

联邦学习：在跨机构合作中，联邦学习技术被用于实现医疗数据的共享和分析。多个医疗机构可以在不共享原始数据的情况下共同训练模型，以提高医疗服务的效率和准确性。

### 7 结论与展望

大数据安全与隐私保护是大数据应用中的重要问题，本文通过综述大数据安全与隐私保护的关键技术，我们可以采用这些技术在保护数据安全和个人隐私方面发挥着重要作用。为了应对技术不断发展过程中面临的诸多挑战，我们需要同时加强技术研发创新和法律法规的完善，规范数据使用行为，来保护数据安全和个人隐私权益。

展望未来，随着人工智能、区块链等新兴技术的不断发展，我们将继续关注这些领域的发展动态和技术手段，为大数据应用提供更加安全、可靠的环境。

#### 参考文献

- [1] 普吉莉 高职院校信息化建设中的数据安全与隐私保护策略研究[J]. 软件. 2024, 45 (07): 68-70
- [2] 刘敏 边缘计算与工业物联网的集成研究[J]. 现代工业经济和信  
息化. 2024, 14 (05): 55-56+87
- [3] 伍彦衡 网络安全架构设计与风险评估分析[J]. 中国宽带. 2024, 20 (10): 25-27
- [4] 刘国强 云计算背景下数据传输安全优化研究[J]. 兰州职业技术学院学报. 2024, 40 (05): 88-92
- [5] 陈豪 浅析大数据时代文书档案管理的挑战与应对策略[J]. 黑龙江画报. 2024, (10): 93-95

# Performance analysis and optimization of electronic information technology in smart home control system

Yi Yuan

School of Physics and Electronic Engineering, Hainan Normal University, Haikou, Hainan, 571158, China

## Abstract

With the rapid development of science and technology, electronic information technology is becoming more and more common in the field of smart home. This study takes the electronic information technology as the clue to analyze the performance and optimize the control system of smart home. The basic concepts of electronic information technology and the application of application in the smart home control system are classified. Electronic information technology in the intelligent home system performance comparative analysis, how to design a series of optimization strategy, such as data transmission optimization, system architecture optimization and so on are put forward. The results show that these optimization strategies can significantly improve the stability of the smart home control system and the user experience, and can reduce the failure rate of the system. The results of this study have important reference value for the deep research and practical application of electronic information technology in smart home.

## 关键词

电子信息技术; 智能家居控制系统; 性能优化

## Keywords

electronic information technology; smart home control system; performance optimization

# 电子信息技术在智能家居控制系统中的性能分析与优化

袁轶

海南师范大学物理与电子工程学院, 中国·海南 海口 571158

## 摘要

随着科技的快速发展, 电子信息技术在智能家居领域内运用愈发普遍。本研究以电子信息技术为线索, 着手对智能家居的控制系统做性能分析及优化详谈。彼此之间电子信息技术的基础概念及在智能家居控制系统内的运用情形分门别类而已阐述。电子信息技术在智能家居系统一番性能对比分析, 何以设计一系列的优化策略, 如数据传输优化, 系统架构优化等都随之提出。结果表明, 这些优化策略实可显著提高智能家居控制系统的稳定程度以及使用者的体验, 并能降低系统的故障率。本研究的成果对于电子信息技术在智能家居中的深入研究和实际应用具有重要的参考价值。

## 1 引言

当今时代, 科技飞速发展, 电子信息科技蓬勃兴起, 应用领域不断拓展。智能家居控制技术作为电子信息技术的重要应用分支, 其性能优劣直接关乎用户体验与使用便利性。尽管智能家居系统已在电子信息技术的有力推动下取得显著进展, 但诸如数据传输瓶颈、系统设计合理性欠佳等问题依然存在, 制约着行业发展。鉴于此, 本文以电子信息技术为核心, 深入剖析智能家居控制系统性能, 并探寻优化策略。首先, 阐释电子信息技术基本原理及其在智能家居控制系统中的应用现状; 其次, 通过实证研究, 对比分析电子信息技术在智能家居系统中的性能表现, 挖掘优化方向; 最后, 提出涵盖数据传输、系统架构等方面的性能优化策略, 旨在

为电子信息技术在智能家居控制系统中的应用提供有益参考, 增强系统稳定性, 优化用户体验, 降低故障率, 同时也为该领域的理论研究与实践探索提供深度支撑。

## 2 电子信息技术与智能家居控制系统概览

### 2.1 电子信息技术基本原理

电子信息技术的基本阐释, 为理解其在智能家居控制系统当中的使用, 尤为关键<sup>[1]</sup>。电子信息技术, 是电子硬件和信息处理技术的交融, 使得这个系统可以通过电信号, 为信息的搜集、传递和处理提供可能。在智能家居控制系统中, 电子信息技术需要完成信息的感知工作, 也就是利用感知设备, 对环境中的温度、湿度、光照等数据进行实时的监控。感知设备会把搜集到的模拟信号变为数字信号, 让后续处理过程能进行精确的分析和判断。而在信号传递过程中, 电子信息技术确保了数据的准确与迅速。借助无线通信技术, 例如 Wi-Fi、蓝牙、Zigbee 等, 数据就可以在各个设备间快速

【作者简介】袁轶 (2001-), 男, 中国山东潍坊人, 本科, 从事电子信息技术研究。



传递,这种无缝的连接,提高了系统反应的速度与决策的及时性。

电子信息处理,它在电子科技中占据着举足轻重的位置。其精确且高效的算法将传来的数据进行详尽的分析和整合,生成了具有执行能力的指令。这些指令通过各种执行器的运作,进行家居设备的智能化控制,比如具体到灯光强度的调节,空调的温度设定,以及安全监控装置等。在这一切过程中,电子信息科技都出色地展现了它强大的数据处理性能和对决策提供的有力支持,从而使智能家居得以实现自动化和个性化的服务。

## 2.2 智能家居控制系统基本架构

智能家居的控制构造,其四大层次:传感器层、网络层、处理层与应用层。这几个层次相互依赖,共同完成任务。传感器层,主要工作是收集信息;用于此处的工具,如温度传感器、湿度传感器和运动检测器等。网络层,关键在于数据的传递与交谈,为了保证设备的有效连接,常用的无线通信协议包括 Wi-Fi、Zigbee 和蓝牙等。数据处理层是对采集的信息进行分析和处理,通过边缘计算或云计算技术,提供实时的数据处理和智能决策支持。应用层面面向用户,提供人机交互界面,实现家居设备的控制与管理,通过手机应用、语音助手等方式,用户可以方便地对家居进行操控。智能家居控制系统架构的设计旨在提高系统的灵活性、扩展性和响应速度,以满足用户对安全性、舒适性和节能性的需求。

## 3 电子信息技术在智能家居控制系统中的性能现状

### 3.1 智能家居控制系统的主要性能指标

智能家居控制系统的主要性能标准,决定其有效运作和用户体验。这些性能标准,包罗万象,涵盖系统的响应时间、稳定性、能源消耗、适配性以及安全性。所谓反应时间,即系统接收指令到执行任务的时间差,关乎使用流畅度与实时性的体验。稳定性判断系统在持久工作时能否保持正常功能,体现在故障率低,维护简练。能源消耗指系统运行期间所消耗的电能,影响用户的长期使用费用及其环保效益。而适配性则为系统与各式设备和协议的互动能力,确立其灵活地整合各种智能设备。安全性评估系统对用户数据和操作的保护水平,包括防范未经授权访问和数据泄露的能力。这些性能指标的高低直接影响智能家居控制系统的市场竞争力和用户满意度。通过对这些指标的评估,可识别系统的优势与不足,指导进一步的技术优化和改进。

### 3.2 电子信息技术对智能家居控制系统性能的影响

电子信息技术在智能家居控制系统中扮演着关键角色,对系统性能具有显著影响。数据处理和传输技术已在倍增智能家居系统的响应速度和处理能力中奏有效果,增进了用户与系统的交互体验。电子信息的兼容性,支援蓝牙、Wi-Fi、Zigbee 等通信协议和标准,有效地联结所有智能设

备,优化了资源的运用,减少了延迟时间。神采飞扬的传感器技术及数据分析方法投入使用,让智能家居系统更能洞察环境,提升了处理信息的智能水平。然而,技术在安全漏洞和数据保护等方面还需磨砺,因为这些均为影响系统表现的要点,需持续督促和改善,以便让电子信息技术在智能家居中能大显身手。

### 3.3 现有智能家居控制系统性能的短板与挑战

当前智能家居控制系统在性能上遭遇诸多考验。首当其冲的就是数据传递过程中出现的滞后和不稳健,这可能导致家居设备无法即刻执行用户的命令,从而对系统的响应率和信赖度造成影响。系统构架之复杂并欠缺统一性,各种品牌设备间的适应性问题增强了系统整合的难度,对用户的总体体验产生影响。系统的安全性也是一项重要缺陷,智能家居系统很容易遭受网络袭击,用户的私密信息和数据存在较高的风险。能耗的问题也不容忽视,设备常处于待机状态,导致家庭能源消耗增加。面对这些短板,提升系统稳定性、增强数据安全防护、提高能效等方面都有待进一步优化。

## 4 电子信息技术在智能家居控制系统中的优化策略

### 4.1 数据传输优化

智能家居控制系统的整机性能,诚然与数据传送的效率息息相关。许多技术策略得以引进,以此优化数据的传送。网络带宽的提升,这是一个关键因素,其保证了系统在高数据流量环境下的稳定性。用上创新的数据压缩技术,可降低传输过程中的带宽需求,此举也能加快数据交流的步伐。尝试边缘计算的技术,它能让数据源附近的地方处理数据,如此系统即可减弱不必要的数据传送,也可同时缓解中心服务器负担,更有助于降低延迟。在通信协议的选择中,选那些适宜智能家居运用的轻量级协议,如 MQTT 或 CoAP,通过它们能有效地遥遥增进通信效率与响应速度。数据加密和加密传输确保安全性,不显著增加计算和传输负担。通过这些数据传输优化策略,智能家居系统的响应速度和可靠性得以显著提高,这为用户提供了更加流畅和安全的使用体验,并为未来的进一步优化奠定了基础。

### 4.2 系统架构优化

系统架构优化在提升智能家居控制系统性能中具有重要作用。该优化主要集中在提升系统的可扩展性和响应速度。模块化设计使得各功能模块各司其职,令系统操作更富有弹性。引进分布式计算技术有助于减缓主系统的工作压力,使数据处理能力更上一层楼。结合使用一流的云计算以及边缘计算构建出的框架,实时数据分析和决策可得以实现,对提升系统的响应迅速性和稳定性有利。数据流的优化处理,借助中间件技术,能令各设备间的通信不再有障碍。优化过的系统构造在提升数据处理的效率与准确度的同时,能够有效消除由集中式构造引发的潜在单点故障问题,从而

显著提升智能家居控制系统的整体性能以及用户满意度的度量。这样的优化设计为未来智能家居系统的发展提供了一个可持续发展的方向。

#### 4.3 其他性能优化策略

在智能家居控制系统中,除了数据传输与系统架构的优化,其他性能优化策略也至关重要。采用先进的压缩算法可有效减少存储和数据处理需求,进一步提升系统响应速度。智能算法的引入,可实现设备间更高效的资源分配与管理。通过引入自适应学习技术,系统可根据用户习惯动态调整操作,提高智能化程度。优化电源管理策略,能够在确保系统性能的最大限度地实现节能,从而延长设备使用寿命并降低运行成本。

### 5 优化策略的效果对比评价

#### 5.1 优化前后性能指标的对比

优化前后性能指标的对比是评估智能家居控制系统改进效果的关键环节。研究发现,通过实施数据传输和系统架构的优化策略,系统响应时间显著缩短,数据处理速率得到提升。具体来说,优化前,智能家居系统的平均响应时间为500毫秒,而优化后缩减至350毫秒,提升了30%。在数据处理速率方面,优化前的处理能力为每秒1000次操作,优化后提升至每秒1300次操作,增加了30%。这种性能提升不仅体现在速度上,系统的稳定性和可靠性也得到了极大增强,故障发生率明显降低。在数据传输方面,网络延迟显著减少,从优化前的120毫秒降低到优化后的80毫秒,减少了33.3%。这些指标的改善表明,通过合理优化,智能家居控制系统在实际应用中能够提供更为流畅和可靠的用户体验,为智能家居的普及和应用奠定了坚实基础。

#### 5.2 优化策略对智能家居控制系统稳定性的提升

优化策略显著提升了智能家居控制系统的稳定性。其中,数据传输优化通过减少数据延迟和丢包率,提高了系统的响应速度和可靠性。系统架构优化则通过改进硬件设计和软件算法,增强了系统的容错能力和可维护性。经过优化后,系统在高负载和复杂环境下的故障率显著降低,减少了设备间的通信中断和运行异常。用户在使用过程中,设备的自动化程度提升,系统对指令的反应更加迅速且精确。系统在长

时间持续运行时的稳定性也得到验证,长时间使用过程中无明显性能下降,提升了用户的信赖感。优化策略不仅加强了系统的性能,还在很大程度上增强了用户的使用体验和满意度。

#### 5.3 用户体验的改观

优化策略的实施显著提升了用户体验。在数据传输优化方面,减少了响应时间,提高了系统的流畅性,使智能家居设备的控制更为实时有效。系统架构的优化则提升了系统的可靠性,降低了故障率,用户对系统稳定性的满意度增加。其他性能优化策略,如界面友好性和操作便捷性的提升,进一步改善了用户与智能家居系统的交互体验。用户调查结果显示,经过优化后,用户对智能家居控制系统的满意度显著提高,使用频率增加,间接反馈了优化策略的成功性。

### 6 结语

综上所述,本文以电子信息技术的在智能家居控制系统中的应用为研究对象,通过对电子信息技术的基本原理的详细分析,明确了其在智能家居控制系统中的具体应用情况。然后,结合实验,对比分析了电子信息技术在智能家居控制系统中的性能,提出了一系列性能优化的策略,如数据传输优化、系统架构优化等。研究结果显示,这些优化策略可有效提高智能家居控制系统的稳定性和使用体验,减少系统故障。然而,以上研究主要关注个别应用场景,而跨场景、跨设备的家居控制问题需要在未来的研究中进一步探讨。在未来的研究中,应进一步深入研究电子信息技术在智能家居控制系统中的应用及其优化策略,以实现更高效、更富用户体验的智能家居控制系统。本研究的成果对于电子信息技术在智能家居中的深入研究和实际应用具有重要的参考价值,并将转化为推进智能家居控制系统设计、应用和普及的重要动力。

#### 参考文献

- [1] 熊宇.智能家居系统中的电子传感与控制技术分析[J].集成电路应用,2024,41(10):36-37.
- [2] 王开宇,郭亚胜,赵权科,等.基于FPGA的智能家居控制系统设计[J].实验室科学,2019,22(03):83-86.
- [3] 厉敏.以数字经济为统领推进电子信息产业高质量发展[J].信息化建设,2019,(04):17-18.

# Research on the Role and Application of Artificial Intelligence in Police Information Communication

Pan Li<sup>1</sup> Guang-tao Zheng<sup>2</sup>

1. Public Security Bureau of Luntai County, Bazhou, Xinjiang, Luntai, Xinjiang, 841600, China

2. Public Security Bureau of Aksu Prefecture, Xinjiang, Aksu, Xinjiang, 842008, China

## Abstract

This study aims to explore the role and application of artificial intelligence in police information communication. Through literature analysis, case analysis and other methods, the role of artificial intelligence in data processing, information transmission, security and other aspects of police information communication was deeply analyzed. The research results indicate that artificial intelligence significantly improves the efficiency and security of police information communication, providing strong support for police decision-making. It can be seen that artificial intelligence has broad development prospects in police information communication, and in the future, further optimization of technology and improvement of regulations are needed to fully unleash its potential.

## Keywords

artificial intelligence; Police information communication; Data processing; Security guarantee

# 人工智能在警务信息通信中的角色与应用研究

李攀<sup>1</sup> 郑广涛<sup>2</sup>

1. 新疆巴州轮台县公安局, 中国·新疆 轮台 841600

2. 新疆阿克苏地区公安局, 中国·新疆 阿克苏 842008

## 摘 要

本研究旨在探讨人工智能在警务信息通信中的角色与应用。通过文献分析、案例分析等方法, 深入分析了人工智能在警务信息通信中的数据处理、信息传输、安全保障等方面的作用。研究结果表明, 人工智能显著提升了警务信息通信的效率与安全性, 为警务决策提供了有力支持。由此可见, 人工智能在警务信息通信中具有广阔的发展前景, 未来需进一步优化技术、完善法规, 以充分发挥其潜力。

## 关键词

人工智能; 警务信息通信; 数据处理; 安全保障

## 1 引言

随着信息技术的飞速发展, 人工智能 (AI) 已成为推动社会进步的重要力量。在警务领域, 信息通信的效率和准确性对于维护社会治安、打击犯罪具有至关重要的作用<sup>[1]</sup>。传统的警务信息通信系统虽然在一定程度上满足了警务工作的需求, 但面对日益复杂多变的犯罪形势和海量数据, 其局限性逐渐显现。人工智能技术的引入, 为警务信息通信带来了前所未有的变革。AI 凭借其强大的数据处理能力、智能分析能力和自我学习能力, 能够显著提升警务信息通信的效率和准确性, 为警务决策提供有力支持。从智能预警、监控到犯罪预测, 从信息搜索、定位到决策指挥, 人工智能在

警务信息通信中的各个环节都发挥着重要作用<sup>[2]</sup>。为此, 本研究深入探讨人工智能在警务信息通信中的角色与应用, 分析其对警务工作的影响, 为提高警务效率、提升社会治安水平提供有益参考

## 2 人工智能在警务信息通信中的角色分析

人工智能在警务信息通信领域中主要承担数据处理与分析、信息传输与共享、安全保障与隐私保护等角色, 不同角色下, 对应不同处理步骤。

### 2.1 数据处理与分析

#### 2.1.1 人工智能在警务信息通信中的数据处理能力

在警务信息通信领域中, 人工智能主要承担数据处理角色, 可以实现对海量数据的高效处理。AI 通过机器学习算法, 可以迅速处理和分析海量数据, 如历史犯罪数据、人口信息、社会舆情等<sup>[3]</sup>。以某城市为例, 该市警方利用 AI 技术处理了近五年的犯罪数据, 如犯罪类型、时间、地点、

【作者简介】李攀 (1988-), 男, 中国四川安岳人, 副高级警务技术任职资格, 从事警务信息通信技术、通信指挥研究。



犯罪者特征等,成功建立了预测模型,预测犯罪的可能发生地点、时间和类型。这种能力使得警方能够更加精准地部署警力,提前采取预防措施,有效遏制犯罪活动。

### 2.1.2 数据分析在警务决策中的应用

为保证警务决策制定的有效性和可靠性,相关人员需利用人工智能的强大的数据分析功能进行海量数据快速分析。人工智能通过深度分析警务数据,可以帮助警方发现犯罪模式和趋势,从而制定更有效的预防和打击犯罪的策略<sup>[4]</sup>。例如,在某地区连续发生多起盗窃案件后,AI通过分析这些案件的数据,发现了犯罪嫌疑人选择的特定目标和作案手法,警方据此制定了针对性的防范措施,显著降低了该地区的盗窃案件发生率。此外,AI还能在案件侦破过程中提供关键线索,通过对案件线索和证据的分析,为侦查方向和重点嫌疑人的排查提供参考。

## 2.2 信息传输与共享

在进行警务协作期间,通常会用到人工智能的信息共享角色功能,以实现警务信息实时共享和最大化利用<sup>[5]</sup>。警方通过人工智能技术,可以实现跨部门、跨地区的信息传输与共享,打破信息孤岛,提高警务工作的协同性和效率。例如,在打击跨地区犯罪活动中,AI可以将不同地区的犯罪数据进行整合和分析,为警方提供全面的犯罪情报,有助于警方制定联合行动方案,提高打击犯罪的效能。

## 2.3 安全保障与隐私保护

为保证警务信息通信安全性和可靠性,通常离不开人工智能安全保障角色功能应用。AI通过加密技术、身份验证等手段,可以确保警务信息在传输和存储过程中的安全性<sup>[6]</sup>。例如,在某市的智慧警务系统中,AI通过加密算法对通信数据进行加密处理,确保信息在传输过程中不被窃取或篡改。同时,AI还能对系统进行实时监控和预警,一旦发现异常行为或潜在威胁,立即采取措施进行处置。

# 3 人工智能在警务信息通信中的具体应用

## 3.1 智能预警与监控

### 3.1.1 智能化预警平台的搭建与应用

智能化预警平台搭建和应用,可以促使人工智能技术更好地应用于警务信息通信中<sup>[7]</sup>。智能化预警平台通过整合社交媒体数据、监控数据、警务系统数据等多源数据,能够建立起一个庞大的数据模型。利用机器学习算法,系统可以对这些数据进行分析 and 挖掘,找出潜在的犯罪模式。例如,该系统通过对历史案件数据的分析,能够识别出犯罪热点区域、高发时段以及犯罪模式的变化,从而在类似的案件发生前提前进行预警和干预。

以绵阳市公安局使用的巡逻机器狗为例,它具备自主巡检、安全分析预警、智能监测、智慧管控四大特点。巡逻机器狗通过集成人工智能技术可以在复杂环境中执行任务,如进行现场勘查等,有效提升了城市智慧警务的“科技战

力”。此外,智能预警系统还可以结合地理信息系统,为警方提供犯罪高发区域的预警信息,使警力的调配更加科学和高效。

### 3.1.2 监控视频的智能化分析与追踪

人工智能在警务信息通信中典型应用除了智能化预警平台搭建外,还包含监控视频的智能化分析与追踪<sup>[8]</sup>。传统的监控视频回放和人工分析效率低下,且容易遗漏关键信息。而人工智能的图像识别技术可以自动分析和处理监控录像,提取有价值的信息并生成报警信号。例如,系统可以自动识别出人员密集区域或异常行为,如打架、盗窃、入侵等,并及时发出报警。

以栖霞公安分局的“数字警察小安”为例,该系统借助AI、RPA等技术,熟练掌握信息采集等21项实战技能。该系统通过对居住证平台中已登记的暂住人口进行分析,梳理出相关信息后自动进行语音核查,大大提高了工作效率。同时,利用人工智能技术对重点区域的监控视频进行实时分析,能够自动识别异常行为,并及时发出报警,使警方能够快速响应和处理。

## 3.2 智能搜索与定位

### 3.2.1 人工智能在寻人、寻物等信息查找中的应用

人工智能在寻人、寻物等信息查找中的应用也日益广泛。人工智能通过人脸识别、车牌识别等技术,可实现对人员和车辆的实时监控和快速识别。在公共场所、重要路口等部署智能摄像头,能够自动捕捉可疑人员和车辆的信息,并及时发出警报<sup>[9]</sup>。例如,当犯罪嫌疑人出现在监控范围内时,系统能够迅速识别并通知警方,为抓捕行动提供及时准确的线索。此外,人工智能还可以整合各类警务数据,包括犯罪记录、人口信息、社会舆情等,运用数据分析算法挖掘潜在的规律和趋势。警方通过深度分析这些数据,可全面地了解犯罪的热点区域、高发时段以及犯罪模式的变化,有针对性地调整巡逻路线和警力部署。同时,还可以预测犯罪的发展趋势,提前做好防范工作。

### 3.2.2 犯罪嫌疑人的快速定位与追踪

在犯罪嫌疑人的快速定位与追踪方面,人工智能同样获得显著应用效果。通过整合多源数据,如监控视频、社交媒体数据、警务系统数据等,人工智能可以实现对犯罪嫌疑人的快速定位。例如,在侦查嫌疑人时,系统可以自动识别出相关的目标人物,并结合地理信息系统提供嫌疑人的实时位置信息。这大大缩短了警方追捕犯罪嫌疑人的时间,提高了抓捕成功率。

以柳州市公安局的“AI教官智能实训平台”为例,该平台采用人工智能全态识别和语言识别技术,对民警训练和考核过程中的动作、姿态和语言进行智能化识别和打分。此外,该平台通过模拟各种复杂情况,提高警务人员的应对能力。这种智能化训练方式不仅提高了民警的实战能力,也为犯罪嫌疑人的快速定位与追踪提供了有力支持。

### 3.3 智能决策与指挥

#### 3.3.1 基于人工智能的犯罪预测与防范

在警务信息通信领域中,基于人工智能,可以实现犯罪的精准预测与防范,促使警务工作变得更加快捷、有效。具体操作如下:通过对历史犯罪数据的学习和分析,人工智能可以建立预测模型,预测犯罪的可能发生地点、时间和类型。这使得警方能够提前部署警力,采取预防措施,将犯罪遏制在萌芽状态。例如,通过对社交媒体数据的分析,系统可以识别出潜在的犯罪苗头,并及时发出预警信息。同时,人工智能还可以整合各类警务数据,运用数据分析算法挖掘潜在的规律和趋势。通过对这些数据的深度分析,警方可以了解犯罪的热点区域、高发时段以及犯罪模式的变化,有针对性地调整巡逻路线和警力部署。这种基于数据的智能决策方式大大提高了警务工作的针对性和效率。

#### 3.3.2 警务决策与指挥的智能化提升

在警务决策与指挥方面,相关人员应用人工智能技术,可以整合多源数据和分析结果,为决策者提供基于数据的客观分析和建议,帮助制定更合理、更有效的决策方案<sup>[10]</sup>。例如,在制定重大活动的安保方案时,系统可以根据活动规模、参与人员、场地环境等因素,自动生成最优的警力配置和安保措施建议。这大大提高了警务决策的科学性和效率。此外,智能指挥调度系统也是人工智能在警务信息通信中的典型应用形式。智能指挥调度系统通过数据融合、智能分析等技术手段,可实时掌握警情动态,为警方提供科学决策支持。

### 3.4 移动警务终端的智能化

#### 3.4.1 移动警务终端的功能与特点

在进行警务信息通信期间,为帮助基层民警在执行任务时能够更加方便快捷地获取信息和进行通信,通常离不开移动警务终端应用。移动警务终端集成了移动通信技术、移动智能终端、VPN、数据库同步、身份认证等多种前沿技术,具备逃犯查询、人口信息查询、身份证读取、一键报警、案件查询、人脸识别、卫星定位等多项功能,方便民警人员便捷查询和应用所需要的警务信息。移动警务终端功能结构图如图1所示。

以基层公安民警使用的移动警务终端为例,该终端具备实时采集现场信息、进行数据比对和分析的能力。同时,还可以实现与指挥中心的实时通信和数据共享,提高了执法的协同性和效率。另外,移动警务终端还具有便携性、易用性等特点,使得基层民警在执行任务时能够更加灵活自如地应对各种复杂情况。

#### 3.4.2 人工智能在移动警务终端中的应用案例

目前,人工智能被广泛地应用于移动警务终端领域中,并取得了良好的应用效果。例如,在110接警、突发案件侦破、交通管理、行政执法等领域,人工智能技术已经得到了广泛应用。移动警务终端通过集成语音识别、自然语言处理等技术手段,可以辅助执法人员快速识别犯罪嫌疑人、提取

关键信息,提高工作效率。此外,人工智能还可以为移动警务终端提供智能分析和决策支持。

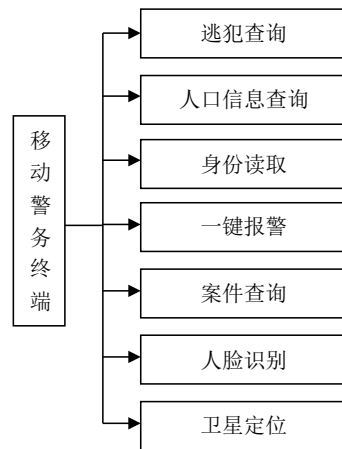


图1 移动警务终端功能结构图

## 4 结语

本研究深入探讨了人工智能在警务信息通信中的角色与应用,分析了其在数据处理、信息传输、安全保障等方面的独特优势,并通过具体案例展示了其在智能预警、搜索定位、决策指挥及移动警务终端等方面的实际应用效果。研究发现,人工智能技术的引入显著提升了警务工作的效率与决策质量,同时也为警务信息安全提供了新的解决方案。

### 参考文献

- [1] 星周一郎,李立丰,宋婷. 大数据警务与信息技术侦查[J]. 上海政法学院学报,2022,37(6):158-169.
- [2] 苏建钢. 人工智能在公安系统通信领域的设想与应用研究[J]. 数字化用户,2023(50):123-124.
- [3] 推进警务数字化转型激活智慧警务新引擎[J]. 中国安防,2023(11):46.
- [4] 陈骁. 智慧移动警务统一认证模式研究[J]. 信息安全与通信保密,2021(9):115-121.
- [5] 祝胜强,王虎,肖慧芳. 公安机关信息化建设发展趋势浅析[J]. 科学与信息化,2020(18):15-16.
- [6] 陈华,唐颖菲. 互联网与人工智能视域下的警察权研究[J]. 北京警察学院学报,2021(1):1-7.
- [7] 刘跃,吕其恒. 通信、数据、智能有机协同的公安新一代指挥系统[J]. 中国安全防范技术与应用,2020(4):56-59.
- [8] 吴坚,董思初. 智慧公安视域下智能化指挥调度在情指行一体化机制改革情境中的实现路径初探——以温州市公安局“云上公安·在线警务”建设实践为视角[J]. 公安学刊(浙江警察学院学报),2021(4):118-124.
- [9] 俞璐璐,杨慧敏,刘茜. 科技兴警时代下公安大数据智能化建设的研究与实践[J]. 江苏通信,2023,39(4):87-91,120.
- [10] 李红平. 基于云网融合的全域立体巡防平台建设与实践[J]. 中国安防,2023(11):53-57.

# Case Study on the Practical Application of Communication Technology in Intelligent Police Information System

Junfeng Li Ganggang Hui

Baicheng County Public Security Bureau, Aksu Prefecture, Xinjiang, Aksu, Xinjiang, 842008, China

## Abstract

With the continuous development of modern communication technology, China's public security organs have also begun to move towards informatization. In the daily emergency command and dispatch process, the use of cluster communication, police communication and other technologies can meet practical work needs and improve the efficiency of police business management. However, due to the problem of isolated information systems, there are issues with interoperability between information systems, making it impossible to achieve communication, command, and scheduling across multiple systems. Therefore, it is required to combine multiple communication technologies, data, voice, video, etc. to improve the command and dispatch functions of intelligent police information systems, so as to achieve the current intelligent development of public security and mobile law enforcement functions.

## Keywords

Communication technology; Intelligent policing; information system

# 通信技术在智能警务信息系统中的实际应用案例研究

李峻锋 惠刚刚

新疆阿克苏地区拜城县公安局, 中国 · 新疆 阿克苏 842008

## 摘 要

在现代通信技术不断发展的过程中,我国公安机关也开始朝着信息化的方向发展。在日常应急指挥调度过程中,使用集群通信、警务通信等技术,能够满足实际工作需求,并且提高警务业务管理效率。不过由于孤岛式信息系统问题,导致信息系统互操作出现问题,无法实现多系统的通信指挥调度。所以,就要求结合多通信技术、数据、语音、视频等,提高智能警务信息系统的指挥调度功能,使目前公安智慧化发展、移动执法的功能得到实现。

## 关键词

通信技术; 智能警务; 信息系统

## 1 引言

目前,对于智能警务的概念定义并没有统一,一般是指利用视频分析、数据挖掘和互联网技术,利用智能化、物联网集成公安系统各个模块,对警务信息进行整合、共享,促进智能警务的发展。目前,通过所创建的警务信息系统实现信息化的公安业务内容,但是大部分都是将系统的警种作为单位,导致警种资源信息出现孤岛,协同办案比较困难。所以,随着现代城市的发展,也提高了车辆、交通安全等违章违法几率,所以要重视智能警务信息系统的设计研究<sup>[1]</sup>。

## 2 智能警务信息系统的功能架构

智能警务使用科技创新,通过智能技术对传统警务改

革,从而高效工作机制,实现治安管控、公安行政和警务指挥的联动,将智能警务功能划分成为:(1)对传统警务业务创新。目前的公安业务系统是通过多个运行系统和平台所构成的,种类比较复杂。智能警务能够联合传统系统和平台,从而改造其业务流程和功能;(2)创建互联互通、资源整合、信息共享的平台;(3)实现数据集成、生产和事件的处理,收集实时数据,对历史数据进行分析和预测;(4)智能化办公;(5)智能化智慧;(6)智能化警察功能。

## 3 通信技术的应用重要性

在智能警务信息系统中使用通信技术,主要功能有:

(1)所设计的智能警务信息系统具有短信、通信服务、电话会议、视频等功能,并且在后续能够实现功能拓展。将通信技术应用到系统指挥中心提高调度效率,方便智慧化调度;

(2)实现音频互通融合。以单节点集成的方法对音视频资源进行整合,便于移动调度需求,使指挥调度可视化功

【作者简介】李峻锋(1989-),男,中国四川蓬安人,中级警务技术任职资格,从事警务信息通信技术、通信指挥研究。



能得到提高;

(3) 实现互通融合通信服务。基于融合通信技术设计单节点智慧系统, 和各管理平台相互连接, 能够实现多平台的相互连通, 还能够在全省、市、县创建三级联动指挥调度系统, 对警务信息进行处理, 实现各个部门、警种之间的信息交流共享<sup>[3]</sup>。

## 4 通信技术在智能警务信息系统中的应用

### 4.1 使用公网带宽资源查询警务信息

智能警务信息系统在警务信息案件侦破、车辆核查、抓捕逃犯等方面具有重要意义, 能够反馈重要警务信息。

#### 4.1.1 公安信息移动应用

将先进无线通信技术应用在省厅的查询系统平台中, 能够随时查询通信终端, 并且对终端信息进行收集、对比和反馈, 使用不同的业务功能满足各警种不同需求。通过新型通信终端的设计, 将其应用到巡警、刑警、民警等保证了数据压缩、认证加密的安全性。

#### 4.1.2 指纹识别

在指纹信息收集过程中, 使用指纹探测和生物统计等技术, 能够提高信息精准度, 并且不会受到信息磨损等影响, 还能够避免因为手指问题出现识别错误。另外, 利用指纹识别的方法控制系统开关, 避免出现非法应用问题。使用新型通信终端指纹传感器, 每秒可以收集 240 帧的图像, 及时对图像识别。

#### 4.1.3 预留扩展功能

根据不同的业务和警种实战需求, 设计警务信息系统的现场录音、测试等模块。为了便于系统的升级和二次开发需求, 可以设置系统增殖功能, 系统的应用寿命得到延长<sup>[4]</sup>。

### 4.2 监控管理平台的设计

使用通信技术设计智能警务信息系统监控管理模块, 管理全市范围内的视频接入设备, 对全网流程进行监控。另外, 因为系统规模大, 可以利用前端设备实现控制指令, 使系统运行风险和网络流量得到降低。根据平台软件处理系统设备的运行参数, 对前端编码器重启后得到系统运行参数。如果要对参数进行修改, 要通过相应的执行进行。这样, 系统并不会因为前端设备故障出现问题<sup>[5]</sup>。

利用备份还原操作, 对配置中心数据表维护, 或者及时排除故障, 能够支持服务器的集群和中心软件平台容错的运行。为了满足此目的, 将存储、中心管理和流媒体等服务器设置到监控平台中。将中心软件平台中设置共享、专用的接口服务模块, 能够集成人脸识别、车牌识别等预案处理, 利用数据交换技术在监控系统中时使用数据库信息, 实现记录、显示和动作等流程的设置, 使警务功能得到实现。另外, 中心平台还能够对监控系统资源处理, 然后在其他系统中输入<sup>[6]</sup>。

### 4.3 智能视频轨迹分析

利用智能视频轨迹技术分析实时图像的内容, 使用各

算法对图像中的车辆、人物移动轨迹分析, 转变报警情节为轨迹报警条件, 比如人员加速、车辆逆行等行为, 从而实现自动化检测。记录全部报警信息, 使警务工作人员的查询取证更加方便。人眼也能够转为电脑分析, 中心自动接警能力得到提高。

将视频智能分析终端与服务器设置在监控中心, 利用智能警务信息系统对前端图像分析, 利用 IP 网络对分析结果在服务器中发送, 通过服务器进行分析。如果此场景中有运动目标, 那么系统就能够自动的分析, 对目标运动轨迹进行检测。在系统监控客户端中反馈结果, 通过客户端实时监视异常行为, 从而开展声光报警、图像弹出和地图定位等<sup>[7]</sup>。

### 4.4 移动音视频调度

在现代通信技术不断发展的过程中, 公安机关也对警务终端信息化开展了研究。为了使智能警务信息系统中的指挥调度需求得到满足, 通信技术的应用能够解决此问题:

(1) 音视频统一汇聚的需求。在移动端集成视频会议、监控、电话语音、对讲机语音等多媒体, 只需要和多媒体融合通信平台结合, 就能够解决媒体处理、边界和安全等问题, 包括加密、编解码和音视频处理技术;

(2) 海量音视频接入。传统指挥中心单一场所的指挥调度已经无法满足实际需求, 因为被调度人员和指挥员都是移动的, 指挥中心还要完成指挥员和调度要素职责。在通信技术整体设计过程中, 要求实现可靠性、集群化的双重设计。海量音视频通过平台实现虚拟化集群的管理功能, 还具备接入协议多样化的方案, 使用 SIP 协议栈完成单节点的处理。

(3) 应用开发简单。音视频应用的开发比较困难, 主要是因为 SDK 和 API 能够兼容不同的终端、版本操作系统, 实现定期的升级、维护工作, 开发成本得到提高。在实际工作中, 使用 HEMLS 技术在移动端嵌入音视频, 降低开发成本。移动端音视频的开发更加的方便, 开发周期和成本都得到了降低。

(4) 实现微服务整体架构的创建, 便于用户的实际应用。平台能够音视频、文本短时消息等功能, 并且在应用体系中还有定位信息、电话服务的功能, 能够满足实际需求。对于系统应用过程中, 只需要某个方面的服务就可以运行。针对各服务来说, 可以创建微服务架构。通信平台为完全 IP 化平台, 也就是进入到此平台的音频和视频数据都是通过 IP 包承载的, 所以能够实现微服务技术。结合云设备设计负载均衡, 在系统设计中融入<sup>[8]</sup>。

### 4.5 在智能指挥中的应用

#### 4.5.1 网络中心

通过网络中心能够连接多维空间中的公安系统、人员、要素和群众:

(1) 融合通信系统。对公安全部通信系统进行整合, 从而实现各个网络资源的调度与互通; (2) 感知采集网。能够收集执法现场、接警录音、应急联动等视频、录音和图

像等数据；(3)接入视频、通信等设备。和手机、固定电话、电台、警务通等终端设备连接。

#### 4.5.2 数据总和

要通过多角度汇聚公安相关业务数据，实现数据的一体化整合：

(1) 数据汇聚共享。将 PGIS 地图为基础，能够提供多种数据，比如监控、警力、警情、情报等；(2) 数据整合。根据公安部、国家、行业标准创建数据规范体系，从而同意整合不同的主题、结构等数据；(3) 数据建模。根据组织、物、人、地、事创建数据模型，包括警情处置、分析等，对情报和数据的价值进行挖掘；

#### 4.5.3 智能驱动

利用通信技术对业务进行智能化智慧，包括处警提示、导航、派警、接警等：

(1) 智能语音。实现智能语音移车、转写等功能，降低工作负荷，提高人工记录警情的效率；(2) 智能预案。能够设置不同等级、类型的警情一键式处置模版，使警情实战能力水平得到提高。将警务智慧划分成为程序化、流程式的预案，实现实战指挥调度功能。比如，在出现火灾警情的时候，能够关联武警、交巡警、出巡特警、医疗和消防等部门；(3) 智能派警。结合大数据中心标准地址库，对警情辖区进行判断，对辖区内分局分配警单，使派警效率得到提高；(4) 智能导航。以警力和警情的位置，规划最优的路径，使警力能够及时到场；(5) 智能提示。对警情的关键字和类型进行智能化匹配，提示接警现场的处置建议，对工作流程进行规范；(6) 智能防控。智能化分析辖区的治安、警情等情况，将得到的数据传输到一线警力巡防勤务中，合理设置警力动态，包括装备、警车和警员等资源。

### 5 实践应用效果

将智能警务信息系统应用到某公安局中，被广泛应用到重大案件处置、应急处突、安保等场景中，并且得到了以下成果：

#### 5.1 勤务智慧更加精准

在之前重大安保或者大型活动中，都是通过下发纸质方案的方式。此种方法会导致过程状态不可见。但是，使用智能警务信息系统能够转变纸质方案，实现图纸执勤，在民警警务通手机、派出所或者分区中发送。警员能够利用手机对上勤信息进行查看，通过指挥中心还能够掌握上勤的人数、人员等信息。

#### 5.2 应急处突及时

使用此平台，能够构成指挥事后反馈、事前预警、事中指挥的完整管理链<sup>[9]</sup>。比如，将系统应用到某重大安保中，能够接收到情报线索预警，指挥中心利用此平台能够就近调派警力，在通信群组中发送嫌疑人的信息、图片和相关指令，

及时的制止突发事件。此平台能够解决传统系统导致的信息孤岛问题，使突发事件处理效率得到提高。

#### 5.3 智能化勤务监督

在之前执勤过程中，要花费很长的时间确认执勤警力的在岗情况，并且此过程比较繁琐。使用智能警务信息系统能够实现勤务可视化，以上勤警力的定位信息对未知区域、出勤时间、行为状态进行智能化判断，还能够针对缺岗、迟到、久坐不动、早退等行为进行告警监督提醒。

#### 5.4 指挥扁平化

之前在处理案件的时候，是利用通过对案发地点的描述，然后再使用视频监控系统调阅周边的监控，分析现场实际情况后调度辖区警力<sup>[10]</sup>。此种方式会延长通信时间，而且存在大量的人工转接环节，降低了资源的可使用度。使用此平台，能够在网上对卡口、监控、警力、警务通、警情等终端进行可视化和高度集成，实现案件的可视化、扁平化和一体化指挥。

### 6 结语

随着现代化智慧城市发展过程中，也促进了通信技术和智慧系统的创建，包括智能化警务系统。在智能警务信息系统设计中使用通信技术，要求结合公安行业实际需求和特点。在本文研究过程中，针对新时期智能警务信息系统创建进行了分析。在今后发展中，还需要相关组织单位和部门共同努力，从而满足智能警务系统应用需求，提高警务工作效率。

#### 参考文献

- [1] 苏建钢. 人工智能在公安系统通信领域的设想与应用研究[J]. 数字化用户, 2023(50):123-124.
- [2] 星周一郎, 李立丰, 宋婷. 大数据警务与信息技术侦查[J]. 上海政法学院学报, 2022, 37(6):158-169.
- [3] 俞璐璐, 杨慧敏, 刘茜. 科技兴警时代下公安大数据智能化建设的研究与实践[J]. 江苏通信, 2023, 39(4):87-91, 120.
- [4] 彭崇, 丁建伟, 张琪. 智能视频处理系统综合实验设计[J]. 长江信息通信, 2022, 35(2):4-6.
- [5] 莫凡. 海南省智慧社区警务工作的现实困境与优化路径研究[J]. 海南开放大学学报, 2023(2):45-51.
- [6] 推进警务数字化转型激活智慧警务新引擎[J]. 中国安防, 2023(11):46.
- [7] 郑长松. 融合通信技术在公安指挥调度中的应用[J]. 警察技术, 2022(5):32-34.
- [8] 冷涛, 蔡利君, 于爱民, 等. 基于系统溯源图的威胁发现与取证分析综述[J]. 通信学报, 2022, 43(7):172-188.
- [9] 卢超超. 计算机网络在案件侦查中的作用[J]. 数字通信世界, 2023(1):87-89.
- [10] 李红平. 基于云网融合的全域立体巡防平台建设与实践[J]. 中国安防, 2023(11):53-57.

# Design and Performance Evaluation of Police Information Communication System Based on 5G Network

Wenguang Li Shengtao Hu

Shaya County Public Security Bureau, Aksu Prefecture, Xinjiang, Aksu, Xinjiang, 842008, China

## Abstract

In order to improve the efficiency and response speed of police work, this article is based on 5G network technology and adopts a combination of theoretical analysis and experimental testing. Starting from the design of system architecture, selection of key technologies for application, system security design, system functional module design, and verification of feasibility and superiority through performance evaluation, the design and performance evaluation of police information communication system are completed. The research results indicate that the system has achieved high-speed data transmission, low latency response, high stability and reliability, as well as strong security performance, effectively improving the informatization level of police work. From this, it can be seen that the police information communication system based on 5G network has significant advantages and is worthy of wide promotion and application in the field of policing.

## Keywords

5G network; Police information communication system; Module design

# 基于 5G 网络的警务信息通信系统设计与性能评估

李文广 胡生滔

新疆阿克苏地区沙雅县公安局, 中国 · 新疆 阿克苏 842008

## 摘 要

为提升警务工作的效率与响应速度, 本文基于 5G 网络技术, 采用理论分析与实验测试相结合的方法, 从设计系统架构、选择关键技术进行应用、系统安全性设计、系统功能模块设计、通过性能评估验证其可行性和优越性等方面入手, 完成对警务信息通信系统设计与性能评估。研究结果表明: 系统实现了高速数据传输、低延迟响应、高稳定性与可靠性, 以及强大的安全性能, 有效提升了警务工作的信息化水平。由此可见, 基于 5G 网络的警务信息通信系统具有显著优势, 值得在警务领域广泛推广与应用。

## 关键词

5G 网络; 警务信息通信系统; 模块设计

## 1 引言

随着 5G 技术的快速发展, 其在警务领域的应用前景日益广阔。5G 网络以其高速度、低时延、大连接等特点, 为警务信息通信系统带来了革命性的变革<sup>[1]</sup>。传统的警务通信系统在面对大规模数据传输、实时视频监控、远程指挥调度等复杂需求时, 往往显得力不从心。而 5G 技术的引入, 不仅能够有效提升警务通信系统的数据传输速率和响应速度, 还能为警务工作提供更加智能化、高效化的解决方案<sup>[2]</sup>。为此, 本文重点探讨基于 5G 网络的警务信息通信系统的设计与性能评估。

【作者简介】李文广 (1991-), 男, 中国甘肃临洮人, 副高级警务技术任职资格, 从事警务信息通信技术、通信指挥等研究。

## 2 系统总体设计

本文系统架构主要划分以下四个层次: (1) 终端层: 终端层作为系统前沿, 集成了各类警务终端设备, 如无人机、安保机器人等, 它们通过 5G 网络实时传输现场数据。网络层凭借 5G 的高速、大带宽特性, 结合大规模天线和超密集组网技术, 为警务通信提供了坚实保障, 并通过网络切片技术灵活调配资源。(2) 网络层作为系统的核心, 充分利用 5G 的高速、大带宽特性, 结合大规模天线和超密集组网技术, 确保了警务通信的稳定与高效, 并通过网络切片技术实现对资源的灵活调配与优化配置。(3) 平台层: 平台层作为数据处理与存储的枢纽, 通过警务云和大数据平台, 对终端数据进行深度处理与分析, 为上层应用提供强有力的数据支撑。(4) 应用层: 应用层汇聚了实时监控、指挥调度等各类警务业务功能, 它们依托平台层的数据与服务, 实现了警务工作的全面信息化、智能化, 极大地提升了警务效率与



响应速度。

## 2.1 关键技术应用

### 2.1.1 超密集组网

超密集组网主要是指在特定区域内增加基站数量，最大限度地提高系统的容量和覆盖范围<sup>[3]</sup>。在警务信息通信系统中，超密集组网可以应用于城市热点区域、交通枢纽等地方，通过增加基站数量，提升网络的覆盖范围和通信质量。同时，超密集组网还可以结合其他技术手段，如多址接入、多天技术等，进一步提升系统的频谱效率和容量。

### 2.1.2 边缘计算

边缘计算主要是指将计算能力下沉至网络边缘，使得数据传输时延降到最低，从而提高系统的响应速度<sup>[4]</sup>。应用边缘计算技术进行系统设计时，需借助警用无人机、巡逻安保机器人等设智能备，进行边缘计算模块搭载，并在本地进行数据处理和分析，然后将结果上传至后端系统。这样不仅可以降低数据传输时延，还可以提高系统的响应速度和处理能力。

## 2.2 系统安全性设计

### 2.2.1 数据传输与存储安全

为保证系统数据传输与存储安全性，技术人员需要采用加密技术、防火墙技术等手段进行系统安全设计，确保数据传输过程中的安全性。同时，在数据存储方面，需要采用分布式存储、备份恢复等技术手段，确保数据的可靠性和完整性。此外，还需要建立完善的数据访问控制机制，防止未经授权的访问和数据泄露。

### 2.2.2 终端与网络安全防护

为保证系统安全性和可靠性，需做好对系统终端与网络安全防护设计。具体操作如下：首先，采用多种技术手段对终端设备和网络进行安全防护。例如，可以采用入侵检测、病毒防护等技术手段对终端设备进行安全防护。其次，采用访问控制、身份认证等技术手段对网络进行安全防护。最后，还需要建立完善的安全管理制度和操作规范，提高警务人员的网络安全意识。

## 3 系统功能设计

### 3.1 实时视频监控与预警

在本文系统中，实时视频监控与预警功能扮演着至关重要的角色。本文系统利用5G网络的高带宽和低时延特性，可以实现对关键区域的实时高清视频监控。前端部署的高清摄像头和智能终端设备，如无人机、巡逻机器人等，能够实时采集现场视频数据，并通过5G网络高速回传至中心平台。平台上的智能分析系统能够对这些视频数据进行实时分析，检测异常行为、人员聚集、可疑物品等，并立即触发预警机制，将预警信息实时推送给一线警务人员和相关指挥部门。这种实时监控与预警机制，能够显著提升警务工作的主动性和效率，为快速响应各类突发事件提供有力支持。

### 3.2 指挥调度与远程协作

在系统指挥调度与远程协作功能设计中，指挥中心借助5G网络，可以实时掌握一线警务人员的位置、状态和任务执行情况，实现对警务资源的精准调度和高效配置。同时，系统还支持多种远程协作方式，如视频会议、语音通话、数据共享等，使得不同警务部门之间能够实现无缝协作，共同应对复杂警务任务。在紧急情况下，指挥中心还能够通过5G网络快速调集周边警力，实现跨区域、跨部门的协同作战，有效提升警务工作的整体效能。

### 3.3 数据分析与决策支持

为确保系统具备强大的数据分析与处理能力，在设计数据分析与决策支持功能时，技术人员需做好以下几点：通过收集和分析来自各种警务终端的数据，如视频监控数据、执法记录数据、人员流动数据等，系统能够挖掘出隐藏在数据背后的有价值信息，为警务决策提供科学依据。例如，系统可以通过分析历史案件数据，预测犯罪趋势和热点区域，为警务资源的优化配置提供指导；同时，系统还可以通过分析人员流动数据，发现潜在的安全隐患和治安问题，为预防犯罪和维护社会稳定提供有力支持。

### 3.4 移动警务与智能巡逻

移动警务与智能巡逻作为本文系统的重要功能，在具体设计时，需做好以下几点：首先，为一线警务人员配备5G智能警务终端，如5G执法记录仪、5G警用手机等，确保系统能够实现移动警务办公、现场取证、远程指挥等多种功能<sup>[5]</sup>。其次，系统还支持智能巡逻功能，通过部署巡逻机器人、无人机等智能设备，实现对关键区域的24小时不间断巡逻和监控。这些智能设备能够自主规划巡逻路线、识别可疑目标、记录巡逻轨迹等，并将巡逻数据实时回传至中心平台，为警务决策提供有力支持。

## 4 系统性能评估

### 4.1 评估指标与方法

为了全面评估基于5G网络的警务信息通信系统的性能，本文选取了数据传输速率与延迟、系统稳定性与可靠性、安全性能等关键指标，并设计相应的测试方法。

#### 4.1.1 数据传输速率与延迟测试

数据传输速率和延迟是衡量通信系统性能的两个关键指标。其中，数据传输速率反映了系统处理数据的能力；延迟则决定了系统的实时响应能力<sup>[6]</sup>。在本文系统中，高速率和低延迟对于确保实时视频传输、远程指挥调度等关键应用的顺利进行至关重要。以上两个指标测试方法如下：选择不同大小的数据包，通过系统传输并记录传输时间和数据量，从而计算出数据传输速率。此外，通过发送和接收测试信号，测量从发送端到接收端的总时间。

#### 4.1.2 系统稳定性与可靠性评估

系统稳定性和可靠性评估目的是确保系统在长时间运

行和各种复杂环境下的持续工作能力<sup>[7]</sup>。其中,稳定性评估关注系统在不同负载条件下的运行表现,而可靠性评估则侧重于系统在故障情况下的恢复能力和数据完整性<sup>[8]</sup>。以上两个指标测试方法如下:首先,模拟高负载、低资源等极端条件,观察系统的运行状态和响应时间。同时,进行故障注入测试,评估系统在发生故障时的恢复速度和数据保护能力。

#### 4.1.3 安全性能评估

通过评估数据传输加密、访问控制、身份认证等关键安全措施的有效性,验证系统安全性能是否达标,以确保警务信息通信系统免受外部攻击和数据泄露<sup>[9]</sup>。系统安全性能测试方法如下:(1)渗透测试:模拟黑客攻击,评估系统的安全漏洞和弱点;(2)安全审计:检查系统配置和操作日志,确保安全策略得到正确执行;(3)日志分析:检测异常行为和潜在的安全威胁。

### 4.2 实验设计与实施

#### 4.2.1 实验环境搭建

实验环境搭建主要涉及到以下两个方面:首先,在硬件方面,需要配备支持5G网络的基站、终端设备和服务器等关键设备。其次,在软件方面,需要安装相应的操作系统、数据库和应用软件等。此外,还需要建立模拟警务场景的测试环境,如模拟指挥中心、视频监控系统等。

#### 4.2.2 测试场景选择

测试场景的选择应涵盖警务信息通信系统的各个关键应用领域<sup>[10]</sup>。例如,可以选择高清视频监控传输、远程指挥调度、移动警务终端接入等典型场景进行测试。每个测试场景都应设计不同的测试用例,以全面评估系统的性能。

#### 4.2.3 数据采集与分析方法

在进行测试数据采集时,需使用测试设备记录传输时间、数据量、系统响应时间等关键指标。同时,还需要收集系统日志、错误报告等辅助信息,并对这些信息数据进行统计分析,以揭示系统性能背后的深层次原因。

### 4.3 评估结果与分析

#### 4.3.1 数据传输性能评估结果

在系统数据传输性能评估中,得知在不同测试场景下均表现出较高的数据传输速率和较低的延迟。高清视频监控场景下,系统能够以1000Mbps的速率传输50MB的数据包,延迟仅为10ms,满足了实时视频监控的需求。远程指挥调度和移动警务终端场景下,系统同样表现出良好的性能,确保了远程指挥和移动警务工作的顺利进行。

#### 4.3.2 系统稳定性与可靠性评估结果

在系统稳定性与可靠性评估中,获得如表2所示的评估结果,从表1中的数据可以看出,无论是高负载测试场景,还是低资源测试场景,系统均表现出良好的稳定性和可靠性。高负载测试下,系统响应时间仅为0.5秒,且在故障发生后能够迅速恢复,恢复时间仅为2分钟。低资源测试下,

系统响应时间略有增加,但仍保持在可接受的范围内。

表1 系统稳定性与可靠性评估结果

| 测试场景   | 负载条件 | 响应时间(s) | 故障恢复时间(min) |
|--------|------|---------|-------------|
| 高负载测试  | 高    | 0.5     | 2           |
| 低资源测试  | 低    | 1.0     | 1           |
| 故障注入测试 | 模拟故障 | -       | 1.5         |

#### 4.3.3 安全性能评估结果

在系统安全性能评估中,可以看出,本文系统在大部分测试场景下均表现出较高的安全性能。首先,在视频监控传输和移动警务终端场景下,系统成功抵御了渗透测试攻击,且安全审计通过率达到100%,日志分析也未发现异常行为。其次,在远程指挥调度场景下,尽管渗透测试成功率略有增加,但安全审计通过率和日志分析异常次数仍保持在较低水平,表明系统整体安全性能良好。

## 5 结语

本文总结了基于5G网络的警务信息通信系统的设计与性能评估。5G通信技术以其高速度、低延迟、大连接数等特性,为警务工作提供了强大的技术支持。系统通过5G专网、切片技术和边缘计算的融合应用,实现了网联式城市安防、移动警务等多元化业务场景的高效支撑。在性能评估中,系统展现出了出色的数据传输速率、低延迟以及高稳定性,有效满足了警务工作对实时性和可靠性的高要求。

## 参考文献

- [1] 温智伟. 浅析5G创新应用提升警务巡防的效率[J]. 广东公安科技,2022,30(1):1-4.
- [2] 赵天元. 广电5G智能警务应用探索[J]. 广播电视网络,2022,29(12):29-32.
- [3] 张莉军. 大数据与5G技术下的城市智能警务系统建设分析——评《智慧城市与智能系统的前沿问题与应用》[J]. 科技管理研究,2023,43(6):后插10.
- [4] 数字燕. 5G+大数据技术在智慧警务平台中的应用[J]. 中国宽带,2023,19(9):151-153.
- [5] 刘羽,王寅,匡璐,等. 基于5G的视频图像应用支撑能力评测系统研究[J]. 警察技术,2022(6):48-51.
- [6] 鲁志兵,曹亚锋. 5G时代公共安全关键通信的发展[J]. 中国新通信,2022,24(6):3-5.
- [7] 武龙,邱祥平. 5G技术在公安110应急响应机制中的应用[J]. 电信快报,2022(8):26-28.
- [8] 张文韬. 论基于5G的智能巡逻车在基层治安防控中的应用与拓展[J]. 时代人物,2023(7):116-118.
- [9] 石璐. 基于5G+边缘计算的智慧刑侦技术[J]. 中国科技信息,2023(5):60-62.
- [10] 徐海亮,韩伟. 基于5G技术警用移动终端和智能穿戴设备生态建设探析[J]. 中国安防,2023(12):13-15.

# Analysis of the current status quo and challenges of 5G communication technology

Shuang Li

Xinjiang Branch of China Telecom Corporation Limited, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

## Abstract

With the continuous development of science and technology in China, information technology and Internet technology have come to mature, and the 5G era has been quietly coming under the rapid development of information technology. 5G communication technology not only brings more convenience to People's Daily life, but also promotes the realization of information and intelligent development in all walks of life, which has a crucial impact on China's future social development and economic growth. According to the application status of 5G communication technology in the new era, relevant personnel need to summarize and study it, and analyze the challenges of 5G communication technology in the future based on the development status of China, so as to provide a more solid support for China's social development by relying on 5G communication technology.

## Keywords

5G; communication technology; application status; future challenges

# 5G 通信技术的现状及面临的挑战分析

李爽

中国电信股份有限公司新疆分公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

## 摘要

随着我国科技的不断发展, 信息化技术和互联网技术已经趋近于成熟, 5G 时代在信息技术的高速发展下已经悄然来临。5G 通信技术不仅为人们的日常生活带来更多的便捷, 同时也推动各行各业实现信息化、智能化发展, 对于我国未来社会发展和经济增长而言具有至关重要的影响。针对 5G 通信技术在新时代的应用现状需要相关人员加以总结研究, 并基于我国发展现状对 5G 通信技术未来所面临的挑战进行分析, 从而依托 5G 通信技术为我国社会发展提供更坚实的助力。

## 关键词

5G; 通信技术; 应用现状; 未来挑战

## 1 引言

5G 通信技术也被称为第五代移动通信技术, 目前我国得益于经济水平和科技水平的领先, 我国现有 5G 通信技术正处于高速发展期, 在 5G 方面的研发已经在世界范围内处于领先地位。随着 5G 的不断深入发展, 在医疗、教育、自动控制、城市建设等不同领域起到重要作用, 推动我国社会实现信息化转型升级。但在实际应用中 5G 通信技术也面临诸多挑战, 如何对现有 5G 通信技术进行变革是未来通信领域发展的必然趋势, 同时也需要相关人员加以重视和研究, 从而利用 5G 通信技术助力各行业实现可持续性发展。

## 2 5G 通信技术概述

### 2.1 5G 通信技术的内涵

5G 通信技术的核心特点包括高速数据传输速率、超低

网络延时和超大带宽连接。相较于传统移动通信技术, 5G 通信技术在速度、稳定性、质量、等各方面都具有显著提升。5G 通信技术的诞生也标志着传统移动通信网络的转型升级, 是新时代实现人机交互、万物互联的关键。传统移动通信技术主要集中于实现人、人互联, 通过建立网络数据传输途径帮助远在千里的人们进行高效数据信息交换, 而 5G 通信技术则将数据传输模式加以优化, 通过计算机设备和物联网实现人与计算机之间的交互与通信, 从而提高数据信息的传输效率和速度, 在移动数据业务流量爆炸式增长的信息时代, 5G 通信技术更能够满足人们的日常需求。目前 5G 通信技术在 全球范围内得到高度普及, 正逐渐推动全世界实现数字化、智能化转型。据不完全统计, 依托 5G 通信技术构建的数据连接路径已经超过 16 亿, 在 2030 年 5G 通信连接预计将占全球移动连接的 56% 以上。

### 2.2 5G 通信技术的优势

5G 通信技术优势主要表现在信号传输质量高、成本低、应用性能好等方面: 相对于 4G 移动通信技术, 5G 通信技

【作者简介】李爽 (1990-), 女, 中国新疆乌鲁木齐人, 本科, 工程师, 从事通信工程研究。



术的无线网络速度更快,并且可以通过双向无线电传输技术进行数据信息传输,移动设备传输的数据信息会在被转变为电子信号后再传输。因此传输速度和质量与4G技术相比具有非常大的提升;在5G通信技术的研发中,无线网络本身的软配置是主要的研究内容。各大运营商在综合考虑客户业务流量办理情况,进行网络资源的调整与合理配置,以此来实现资源的有效管控,达到降低成本的目的;5G通信技术的应用性能在各个方面得到非常大的优化,因此5G通信技术可以通过多个网络组的建立实现覆盖面的增加,使得多个用户间可实现相互协作以提升对5G通信技术的利用。得益于5G通信技术强悍的通信功能,也为新时代移动通信网络的构建与开发提供更多帮助。

### 3 移动通信技术的发展历史

全球移动通信领域先后历经2G→2.5G→3G→4G→5G五个不同时代,随着时代的发展移动通信技术也逐渐趋近于智能化、自动化。在2G通信时代,实现数据传输的主要途径为GSM蜂窝网络,即电话通信模式,而2.5G通信时代则以GPRS作为核心技术,GPRS技术的应用为手机、电脑等移动设备提供文本传输、手机短信、彩信等数据传输功能;而3G通信时代我国采用TD-SCDMA技术作为移动通信基础,利用移动手机端人们可以进行炒股、玩游戏、看视频等更为高端的数据交换操作,但受限于当时我国移动通信基站数量较少、技术能力不足等问题,导致移动通信的覆盖较低;而4G移动通信时代下,我国以TD-LTE通信技术为基础,助力数据信息传输、处理安全稳定性的进一步升级,在移动通信方面达到了百兆宽带,随着智能手机的普及,大型手游、高清视频开始逐渐在手机端实现,这使得分布式计算、云计算、移动计算逐渐在移动端得到广泛应用。而进入到5G时代,移动通信技术则得到进一步升级,5G通信技术更多应用于实现“万物互联”,通过物联网和5G通信技术建立虚拟世界,并在社会各行各业不断渗透,从而推动世界逐步实现网络化、智能化转型,在5G通信技术的推动下,各行业的数据传输效率都得到显著提高,同时将5G通信技术融入各行业的管理、经营、生产中,也能够助力各行业企业实现数字化发展,转变传统经营模式,因而对于我国而言,5G通信技术是改变信息数据传输、推动社会升级转型的关键技术<sup>[1]</sup>。

### 4.5G 通信技术的应用现状

#### 4.1 医疗领域的应用现状

目前5G通信技术在我国的医疗领域得到广泛应用。5G通信技术是实现远程医疗和智能医疗的关键技术。通过5G通信技术强悍的数据传输能力,能够实现高精度的远程视频连线,同时还能够利用虚拟现实技术将数据传输双方进行连接,从而模拟真实的病房环境,让远程医师更真实地观察病情。例如通过5G通信技术为两地构建数据通信路径,从而

能够为患者提供更为优质的医疗服务,而在一些高度精确操作的外科手术中,借助5G通信技术的低延迟特点能够确保图像传输的即时性和精度,而专业医师能够通过视频远程给予手术指导,从而极大地提高了手术的安全性和成功率。除此之外,5G通信技术在应用与智能医疗方面,以5G通信技术、人工智能技术为基础的智能医疗体系能够为更多患者提供健康保障。例如通过5G通信技术实时采集并传输患者的各项指标,以此来鉴别患者的状态;通过5G通信技术将患者相关信息传输给护理人员,从而帮助医护人员精确制定医护方案;通过人工智能技术与5G通信技术进行联动,对患者的健康水平和疾病风险进行预测评估等。在医疗领域,5G通信技术是推动医疗体系实现智能化、自动化的关键,在新时代得到广泛应用<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 交通领域的应用现状

在交通领域,5G通信技术同样具有非常重要的作用。5G通信技术主要用于实现对交通信息数据的实时传输,例如通过5G通信技术能够实现对交通车辆的实时定位,而后通过高精度传感器采集相关信息并通过5G通信技术实现快速传输,以此来有效提高交通管理质量、降低成本。而在交通便捷性方面,采用5G通信技术能够实现交通车辆与交通基础设施的互联,例如将通车辆与交通信号灯之间建立数据通信路径,车辆可以提前获知红绿灯信息和其他交通信息,从而调整车速以避免不必要的停车,以此来提高交通效率,同时能够起到降低交通事故几率的作用。在交通安全方面,5G通信技术同样能够起到至关重要的作用,例如在城市轨道交通中通过5G通信技术、视频监控技术构建安全体系,通过高精度摄影头对站点实时情况进行监测,一旦出现紧急情况则通过5G通信技术实现快速信息传输。同时5G通信技术还能够帮助公安部门、消防单位与交通管理部门之间建立通信路径,当出现突发情况和意外事件时,5G监控系统能够即时向公安部门和消防单位发出警报,确保及时出警救援,以此来提高交通安全性<sup>[3]</sup>。

#### 4.3 教育领域的应用现状

在教育领域,5G通信技术是实现教育现代化变革的关键。2024年10月我国工业和信息化部、教育部联合发布了“5G+智慧教育”应用活动,将5G通信技术融入教育课堂,从而实现全国范围内高质量教育资源的全覆盖。在5G通信技术的推动下,构建5G直播互动课堂、5G双师课堂、5G虚拟仿真实训课程已经成为目前我国各阶段教育发展的必然趋势,依托5G通信技术强大的数据通信能力为更多经济较弱地区的学生提供优质的教育资源。除此之外,5G通信技术还在校园建设方面起到重要作用,例如我将5G通信技术与有线教育专网进行结合,从而在校园内构建全覆盖教育专网,学校学生可以直接通过专网访问学校的教育网站,以此来获取想要的教育资源。同时我国部分学校将5G通信技术与NB-IoT技术进行结合,建立平安校园网络对进入校园

环境的所有车辆进行实时监控和记录,通过NB-IoT技术采集车辆信息,从而确保安全性。而在校园图书馆的建设方面,依托5G通信技术建立智慧图书馆,通过5G通信技术与物联网技术,将校园图书馆与学生个人信息进行连接,从而有效开展各类图书借阅、查询等功能,学生能够在寝室、校外通过专属账户直接登录校园网络图书馆,从而满足学生不同时间、不同地点的阅读需求。除此之外,例如在课堂教学、成绩查询、校园管理等各方面,5G通信技术都起到至关重要的作用,对于我国教育领域而言,5G通信技术是助力教育领域实现智能化、自动化转型的关键<sup>[4]</sup>。

## 5 未来5G通信技术面临的挑战

我国当前5G通信技术的研发正处于高速发展期,以华为为行业龙头的高新科技企业在5G方面的研发已经在世界范围内处于领先地位,目前我国现有5G基站约414.4万个,5G网络已覆盖全国所有地市级城区、县城城区,全国普及率超过60%。但在未来发展中,5G通信技术也面临着更多的挑战。例如我国现有5G通信技术虽然非常成熟,但各行业的5G产业链仍然存在不成熟的问题,由于5G通信技术的发展时间较短,因而社会各行业仍然没有依托5G通信技术对传统产业模式加以转变,在市场环境中没有形成成熟、稳固的产业链,导致5G通信技术难以在各行业的发展中充分发挥自身价值。除此之外,5G通信技术的跨界融合发展仍然存在创新难题,将5G通信技术融入各行业生产是未来发展的必然趋势,但在实际尝试中受限于现有技术的不足、生产模式的固化也导致5G通信技术难以实现创新发展。例如在信息安全方面,5G通信技术与4G技术相比,对信息安全管理也提出了更高的要求。5G通信技术与4G技术的根本区别在于“万物互联”,而5G通信技术在应用中产生的信息安全风险也相对更大,如何针对5G通信技术构建更为先进、完善的信息安全防护系统是未来发展的首要挑战。

而在5G通信技术的运维层面,相较于传统4G技术,5G通信技术的运维成本也明显更高,如何在5G通信技术高

度普及的新时代对5G通信技术的运维成本、收费方式进行转变,同样是未来5G通信技术发展所面临的关键挑战。需要相关人员对5G通信技术的成本问题加以重视,从而为我国通信企业的发展提供新方向,实现对5G通信的提速降费,更好地为人们生活和社会发展提供便捷。得益于5G通信技术的普及,相关行业在新时代得到快速发展,例如移动智能终端行业、网络行业、数字行业等,而如何加强对配套技术、配套设备的创新开发同样也直接影响5G通信技术的未来发展前景。例如针对智能终端设备的芯片、5G硬件设备的电池容量、5G通信系统的射频技术等,需要相关人员对配套技术和设备进行深入分析,从而提高配套设备质量和性能,以此来为5G通信技术的发展与应用提供更稳定的保障<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

综上所述,新时代我国5G通信技术拥有迅猛的发展势头,但在现阶段的应用中仍然存在一定问题,导致5G通信技术难以充分发挥自身功能和价值。在信息时代下5G通信技术已经融入我国各个领域的经营发展中,因而针对5G通信技术需要相关人员加以重视和研究,从而对5G通信技术不断进行优化升级,在满足人们对移动通信技术各方面需求的同时,结合我国未来发展方向对5G通信技术面临的挑战加以突破,从而助力我国移动通信领域进一步实现转型升级,为未来我国发展提供更好的保障。

## 参考文献

- [1] 陈加涛,张瑞峰,杨昌恒,等.5G通信基站环境保护现状调查与探讨[J].黑龙江环境通报,2024,37(08):9-12.
- [2] 陈坤.物联网形势下5G通信技术应用研究[J].无线互联科技,2023,20(08):4-7.
- [3] 雷禹.5G承载网面临的挑战及关键技术分析[J].长江信息通信,2022,35(01):211-212+215.
- [4] 吕景松.5G承载网面临的挑战及建网方案探讨[J].中国新通信,2021,23(15):13-14.
- [5] 陈泽宇.5G通讯的技术现状及面临的挑战[J].数字通信世界,2021,(02):141-142+214.

# Research on data security protection technology based on strong isolation access control

Jinhu Huang

Fujian CITIC Network Security Information Technology Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350000, China

## Abstract

In order to deeply explore the data security protection technology based on strong isolation access control, effectively prevent unauthorized access and data leakage. This paper analyzes the concept and principle of strong isolation access control, summarizes the data security protection technology based on strong isolation access control, for the current data security protection technology challenges, puts forward a set of targeted solutions to deal with the challenges in the current data security protection. The results show that the proposed scheme has a significant effect in improving the data security protection capability. In the future, we should continue to pay attention to the development of this field, and constantly optimize the technology to provide more powerful technical support for data security protection.

## Keywords

strong isolation access control; data security protection; application strategy

# 基于强隔离访问控制的数据安全保护技术研究

黄金虎

福建中信网安信息科技有限公司, 中国 · 福建 福州 350000

## 摘 要

为深入探讨基于强隔离访问控制的数据安全保护技术, 有效防止未经授权的访问和数据泄露。本文分析了强隔离访问控制的概念和原理, 总结了基于强隔离访问控制的数据安全保护技术要点, 针对当前基于强隔离访问控制的数据安全保护技术面临的挑战, 提出了一套针对性的解决方案, 以应对当前数据安全保护中面临的挑战。研究结果表明, 所提出的方案在提高数据安全防护能力方面具有显著效果。未来, 应继续关注该领域的发展, 不断优化技术, 为数据安全保护提供更强大的技术支持。

## 关键词

强隔离访问控制; 数据安全保护; 应用策略

## 1 引言

随着信息技术的飞速发展, 数据已经成为企业、组织和个人重要的资产。然而, 数据泄露、非法访问等安全问题也日益突出, 给数据安全带来了巨大的挑战。特别是在云计算、物联网等新兴技术的推动下, 数据存储和传输的复杂性不断增加, 传统的访问控制方法已无法满足日益严格的数据安全需求。因此, 研究基于强隔离访问控制的数据安全保护技术显得尤为重要。本文旨在探讨基于强隔离访问控制的数据安全保护技术, 分析其重要性、现有研究现状以及面临的挑战, 并提出相应的解决方案和未来发展方向。

## 2 强隔离访问控制技术概述

### 2.1 强隔离访问控制的概念和原理

强隔离访问控制是一种严格的网络安全技术, 旨在通过物理或逻辑手段, 将网络中的不同安全域相互隔离, 以防止恶意代码、攻击和未经授权访问从一个域传播到另一个域<sup>[1]</sup>。其核心内涵在于实现不同安全域之间的信息流动最小化, 确保系统的安全性和稳定性。强隔离访问控制根据系统的安全需求, 将网络划分为不同的安全域, 如内网、外网、DMZ 区等。通过物理隔离 (如防火墙、物理隔离卡等) 或逻辑隔离 (如访问控制列表、安全策略等) 手段, 实现不同安全域之间的隔离。为每个用户和应用程序分配最小权限, 以减少潜在的攻击面。对安全域之间的访问进行实时监控和审计, 及时发现并处理异常情况。

### 2.2 强隔离访问控制技术的分类

#### 2.2.1 物理隔离

物理隔离是指通过物理手段实现不同安全域之间的隔

【作者简介】黄金虎 (1977-), 男, 中国福建南安人, 硕士, 工程师, 从事数据安全, 网络安全研究。



离,如防火墙、安全隔离网闸、物理隔离卡等。物理隔离可以有效地防止恶意代码、攻击和未授权访问从一个域传播到另一个域。物理隔离设备通常具有较高的可靠性和稳定性。物理隔离设备需要投入较大的资金和人力资源。

### 2.2.2 逻辑隔离

逻辑隔离是指通过软件手段实现不同安全域之间的隔离,如访问控制列表、安全策略、安全区域等。逻辑隔离可以根据实际需求进行灵活配置。逻辑隔离通常只需要投入较少的资金和人力资源。逻辑隔离容易受到恶意代码、攻击和未授权访问的影响。

### 2.2.3 混合隔离

混合隔离是指将物理隔离和逻辑隔离相结合,以实现更全面、更安全的安全域隔离。混合隔离结合了物理隔离和逻辑隔离的优点,提高了系统的安全性。混合隔离可以根据实际需求进行灵活配置。混合隔离需要同时投入物理隔离和逻辑隔离的资金和人力资源。

## 3 基于强隔离访问控制的数据安全保护技术

### 3.1 数据加密技术在强隔离访问控制中的应用

#### 3.1.1 加密算法的选择与应用

在强隔离访问控制中,数据加密技术是实现数据安全保护的关键手段之一。加密算法的选择与应用主要包括以下几个方面:(1)对称加密算法:对称加密算法具有加解密速度快、密钥管理简单等特点,适用于数据传输和存储过程中的加密。常用的对称加密算法有 DES、AES、3DES 等。

(2)非对称加密算法:非对称加密算法具有加解密速度慢、密钥管理复杂等特点,适用于密钥交换和数字签名等场景。常用的非对称加密算法有 RSA、ECC 等。(3)哈希算法:哈希算法在数据加密中主要用于生成数据摘要,确保数据完整性。常用的哈希算法有 MD5、SHA-1、SHA-256 等。在实际应用中,根据数据安全需求选择合适的加密算法,并结合多种加密技术,提高数据安全性。

#### 3.1.2 密钥管理与分发

密钥管理是数据加密技术中的核心环节,直接关系到数据安全。采用安全的随机数生成器生成密钥,确保密钥的唯一性和随机性。将密钥存储在安全的环境中,如硬件安全模块(HSM)或密钥管理系统,防止密钥泄露。采用安全的方式进行密钥分发,如使用公钥基础设施(PKI)或数字证书等。定期更换密钥,降低密钥泄露风险。当密钥被泄露或过期时,及时撤销密钥,确保数据安全。

### 3.2 身份认证与授权技术在强隔离环境中的实现

#### 3.2.1 多种身份认证方式的结合

在强隔离环境中,为了提高安全性,通常会采用多种身份认证方式相结合的策略。双因素认证(2FA)通过结合两种或两种以上不同类型的认证方式,如密码和动态令牌、

密码和生物识别信息等,以增强认证的安全性。多因素认证(MFA)与双因素认证类似,但可以包含更多种类的认证方式,如密码、短信验证码、电子邮件验证码、智能卡、指纹识别等<sup>[2]</sup>。在强隔离环境中,使用身份认证代理可以降低认证过程中的风险。身份认证代理负责处理认证请求,并将认证结果传递给用户。集成认证将强隔离环境中的认证系统与其他系统(如企业内部系统、云服务等)进行集成,实现单点登录(SSO)。

#### 3.2.2 基于角色的访问控制(RBAC)与强隔离的融合

基于角色的访问控制(RBAC)是一种常用的访问控制方法,通过将用户分为不同的角色,并针对每个角色设置相应的权限,从而实现对用户访问资源的控制。在强隔离环境中,访问控制列表(ACL)用于定义哪些用户或角色可以访问哪些资源。在强隔离环境中,可以将 ACL 与 RBAC 结合,实现细粒度的访问控制。安全域是一种将资源划分为不同安全级别的机制。在强隔离环境中,可以结合安全域和 RBAC,实现跨域访问控制。通过定义访问控制策略,可以进一步细化 RBAC 的权限控制。在强隔离环境中,结合访问控制策略可以实现对不同角色在特定场景下的访问限制。访问控制引擎负责根据 RBAC 和访问控制策略,对用户访问请求进行实时判断和处理。在强隔离环境中,访问控制引擎可以与其他安全组件(如防火墙、入侵检测系统等)协同工作,提高整体安全性。

### 3.3 安全审计与监控技术在强隔离系统中的部署

#### 3.3.1 审计日志的记录与分析

在强隔离系统中,审计日志的记录应包括以下内容:1)用户操作记录:记录用户登录、访问、修改、删除等操作的时间、操作对象、操作结果等;2)系统事件记录:记录系统启动、停止、异常等事件的时间、原因、影响等;3)安全事件记录:记录入侵检测、恶意代码检测、异常访问等安全事件的时间、类型、影响等。通过对审计日志的实时分析,发现并识别异常行为,如频繁登录失败、异常访问等,以便及时采取措施;分析安全事件的发生原因、影响范围、处理过程等,为安全事件的预防、应急响应提供依据;根据相关法律法规和标准,对审计日志进行合规性检查,确保系统安全合规运行。

#### 3.3.2 实时监控与预警机制

实时监控系统资源使用情况,如 CPU、内存、磁盘空间等,确保系统资源合理分配,避免资源耗尽;实时监控网络流量,发现异常流量,防止网络攻击;实时监控用户行为,发现异常操作,如频繁登录失败、非法访问等<sup>[3]</sup>。根据系统实际情况,设置各类监控指标的阈值,当监控指标超过阈值时,触发预警;当系统发生异常或安全事件时,及时向相关人员发送预警通知,以便迅速采取应对措施;根据预警信息,启动应急预案,进行应急响应,确保系统安全稳定运行。

## 4 基于强隔离访问控制的数据安全保护技术面临的挑战

### 4.1 技术层面的挑战

#### 4.1.1 性能瓶颈

强隔离访问控制通常需要加密敏感数据,这会导致额外的计算开销,从而降低系统处理速度。在强隔离环境下,访问控制策略需要根据用户权限和资源访问需求动态调整,这可能会引入延迟,影响用户体验。当系统需要与其他系统或设备进行数据交互时,强隔离访问控制技术可能成为性能瓶颈,导致数据传输速度下降。

#### 4.1.2 兼容性问题

强隔离访问控制技术可能无法与现有系统无缝集成,导致兼容性问题,影响整体数据安全。强隔离访问控制技术可能对硬件设备或软件平台有特定要求,若现有设备或平台无法满足这些要求,将导致兼容性问题。强隔离访问控制技术可能对数据格式有特定要求,若现有数据格式与这些要求不符,将导致数据格式兼容性问题。

#### 4.1.3 新技术冲击

随着信息技术的不断发展,云计算和大数据技术的广泛应用,使得数据存储和计算变得更加分散,给强隔离访问控制技术的实施带来挑战。人工智能和物联网技术的快速发展,使得数据安全面临更多潜在威胁,对强隔离访问控制技术提出了更高的要求。加密技术的不断更新换代,要求强隔离访问控制技术及时跟进,以适应新的安全需求。

### 4.2 应对挑战的策略

#### 4.2.1 优化性能

在确保数据安全的前提下,通过优化数据传输协议、压缩技术等手段,降低数据传输过程中的延迟和带宽消耗。选择适合的加密算法,在保证数据安全的同时,降低加密和解密所需的计算资源<sup>[4]</sup>。在数据处理过程中,利用并行计算技术提高处理速度,降低延迟。合理设计存储结构,提高数据访问速度,降低存储成本。

#### 4.2.2 提升兼容性

开发基于强隔离访问控制的数据安全保护技术时,确保其能够在多种操作系统和硬件平台上正常运行。遵循国际数据安全标准,如 ISO/IEC 27001、ISO/IEC 27002 等,提高技术的通用性和兼容性。设计灵活的接口,方便与其他安全产品和系统进行集成。采用跨平台开发技术,如 Java、C++ 等,提高技术的兼容性。为用户提供全面的技术培训和支持,

帮助用户更好地理解和使用基于强隔离访问控制的数据安全保护技术。

#### 4.2.3 积极应对新技术

随着物联网设备的普及,加强设备身份认证和访问控制,确保数据安全。采用区块链技术,实现设备间安全通信。利用云计算平台,实现资源弹性伸缩,提高数据处理能力。采用容器化技术,实现应用快速部署和扩展。结合 AI 技术,实现智能访问控制,提高访问控制效果<sup>[5]</sup>。例如,通过机器学习算法,对用户行为进行分析,识别异常行为,提前预警。利用区块链技术,实现数据安全存储和访问控制。通过分布式账本,保证数据不可篡改、可追溯。不断跟进和研究新的安全协议,如 TLS 1.3、QUIC 等,提高数据传输的安全性。

## 5 结论

基于强隔离访问控制的数据安全保护技术在保障数据安全、防止非法访问和数据泄露等方面具有重要意义,是构建安全可靠的信息系统的基础。随着信息系统的复杂性和数据量的增加,强隔离访问控制技术面临着如下挑战:如何平衡安全性与可用性、如何实现大规模分布式环境下的访问控制、如何应对新型攻击手段等。针对上述挑战,本文提出研究更加灵活、可扩展的访问控制模型,以提高系统的适应性和可扩展性。优化访问控制策略,使其更适应不同场景下的安全需求。结合人工智能、大数据等技术,实现智能化的访问控制;基于强隔离访问控制的数据安全保护技术是信息安全领域的重要研究方向,未来需进一步深化理论研究和技术创新,以应对不断变化的网络安全威胁。

### 参考文献

- [1] 林维涛.多信道安全隔离和传输安全防护系统模型设计及其评估[D].电子科技大学,2023.
- [2] 蒋鸿城,赵磊,蒋锦霞,等.基于消息中间件的电力内外网数据安全高效传输技术[C]//中国电机工程学会电力通信专业委员会.中国电机工程学会电力通信专业委员会第十三届学术会议论文集.国网浙江省电力有限公司信息通信分公司,2022:4.
- [3] 胡光俊,李海威,王锐.基于多层次行为安全的关键信息基础设施安全防护技术研究[J].警察技术,2021,(01):8-11.
- [4] 王勇,辛存生,阎志军.基于强隔离的高性能内外网网关的研究与实现[J].新型工业化,2020,10(08):19-20+23.
- [5] 余劲.基于CPU硬件特性的软件安全高效隔离技术研究[D].南京大学,2020.

# Technological Innovation of Fully Automated Robots in Intelligent Fuel Processing of Power Plants

Lv Jinpei Chen Xiaolong

1. ChinaCoal Jingyuan Power Generation Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730913, China

2. Inner Mongolia Hohhot Lixin Electric Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010011, China

## Abstract

Fuel cost, as the main component of power plant operating costs, accounts for more than 75%. Its management efficiency and accuracy are directly related to the economic benefits and market competitiveness of power plants. However, traditional fuel management models have many drawbacks, such as increased errors caused by excessive manual intervention, decision-making errors caused by inaccurate data, and resource waste caused by inefficient management. These problems not only increase the operating costs of power plants, but also limit the development pace of intelligent and information-based power plants. The introduction of fully automated robots has brought revolutionary changes to fuel management. Through the application of intelligent technology, automated robots have achieved automation, informatization, and refinement of fuel management, significantly improving the efficiency and accuracy of fuel management, reducing operating costs, and injecting new vitality into the sustainable development of power plants.

## Keywords

fully automated robot; Power plant; Intelligent processing of fuel; technological innovation

# 全自动机器人在电厂燃料智能化处理中的技术创新

吕锦沛<sup>1</sup> 张玉俊<sup>1</sup> 贺显<sup>1</sup> 柳雨萌<sup>2</sup> 陈晓龙<sup>2</sup>

1. 中煤靖远发电有限公司, 中国·甘肃 兰州 730913

2. 内蒙古呼和浩特市立信电气技术有限责任公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010011

## 摘要

燃料成本作为电厂运营成本的主要组成部分, 占到75%以上, 其管理效率和准确性直接关系到电厂的经济效益和市场竞争能力, 然而, 传统的燃料管理模式存在诸多弊端, 如过多的人工干预导致的误差增加、数据不准确导致的决策失误、低效管理导致的资源浪费等, 这些问题不仅增加了电厂的运营成本, 也限制了电厂智能化和信息化的发展步伐。全自动机器人的引入给燃料管理带来了革命性的变化, 自动化机器人通过智能技术的应用, 实现了燃料管理的自动化、信息化和精细化, 显著提高了燃料管理的效率和准确性, 降低了运行成本, 为电厂的可持续发展注入了新的活力。

## 关键词

全自动机器人; 电厂; 燃料智能化处理; 技术创新

## 1 引言

全自动机器人针对传统燃料管理模式存在的诸多问题, 通过智能技术实现燃料管理的自动化、信息化和精细化, 详细介绍了全自动化机器人在自动取样、自动制样、自动检测等关键环节的技术创新, 分析了这些创新技术如何提高燃料管理的效率和准确性, 降低运营成本。同时, 论文还探讨了全自动化机器人在燃料管理智能识别技术、数字化煤场管理和智能配煤燃烧系统中的应用, 展示了其在推动电厂企业智能化转型中的重要作用, 该研究对于提高电厂燃料管理水平, 降低运行成本, 促进可持续发展具有重要意义。

【作者简介】吕锦沛(1997-), 男, 中国甘肃白银人, 本科, 助理工程师, 从事热工自动化研究。

## 2 传统燃煤管理模式存在的诸多问题

### 2.1 信息孤岛和数据碎片

在传统的燃料管理模式, 信息的流通和整合面临着巨大的挑战, 各部门之间缺乏统一的信息共享平台, 导致燃料数据在采购、仓储、保管、使用之间传递时, 出现信息延迟、遗漏甚至错误, 这种信息孤岛现象不仅影响了燃料管理的效率, 也深刻影响了企业的决策质量和市场竞争力。<sup>[1]</sup> 采购部门由于无法实时了解库存情况, 可能会做出错误的采购决策, 导致采购过量或库存不足, 增加企业运营成本, 如果财务部门在计算成本时依赖不准确的数据, 可能会导致财务报表失真, 影响企业的财务健康和投资决策。再者, 如果生产部门在安排生产计划时不能准确掌握燃料的库存和使用情况, 就可能导致生产中断或资源浪费, 影响企业的生产效



率和客户满意度。此外,信息孤岛也限制了企业对燃料使用的全面监控和分析,企业无法实时了解燃料消耗、质量变化和成本构成,难以制定有效的成本控制和节能减排策略,这种信息碎片化的状态,不仅影响了企业的精细化管理水平,也限制了企业的智能化转型和可持续发展。<sup>[2]</sup>

## 2.2 人工操作的高度依赖性和错误风险

传统的燃煤管理模式高度依赖人工操作,从燃煤储存、盘点、取样、检测到使用记录都需要大量的人工参与,这种高度人工化的操作模式,不仅增加了企业的运营成本,也在细节上揭示了潜在的错误风险。在燃料储存过程中,人工处理和记录可能会导致数据不准确或遗漏,从而影响库存数据的准确性,在库存过程中,手工盘点可能因疏忽或计算错误导致库存数据与现实不符,影响企业的库存管理决策。在取样和测试过程中,人工操作可能会因操作不当或技能水平不够而导致样品代表性不足或测试结果不准确,从而影响燃料的质量和可用性,在使用记录时,人工记录可能因疏忽或遗忘而导致数据不完整或不正确,影响企业的成本控制和节能减排目标的实现。这些错误风险不仅增加了企业的运营成本,还可能对企业的生产效率和产品质量产生负面影响。

## 2.3 缺乏智能和自动化手段

在燃料的储存、保管和使用过程中,大量的人工处理、记录和监控不仅增加了企业的运营成本,也限制了企业的生产效率和灵活性,在燃煤入库过程中,缺乏自动处理和识别系统,导致入库流程繁琐、效率低下。在储存过程中,缺乏智能监控手段可能会导致燃煤受潮、变质等问题的发生,影响燃煤的质量和可用性,在使用中,缺乏自动计量控制系统可能导致油耗数据或实时监控不准确,影响成本控制和企业节能减排目标的实现。<sup>[3]</sup>此外,智能化手段的缺乏也限制了企业对燃料使用情况的实时监控和分析,企业无法实时了解燃料消耗、质量变化和成本构成,难以制定有效的成本控制和节能减排策略,这种情况不仅影响了企业的精细化管理水平,也限制了企业的智能化转型和可持续发展。

# 3 系统功能的基本要求

## 3.1 样品收集器系统创新

在燃料管理的自动化过程中,取样系统起着重要的作用,它的设计和实现深刻地影响着燃料样品的代表性、准确性和可追溯性,现代发电厂中的取样器系统不仅需要出色的取样精度,还需要智能管理元素,从而确保从样品收集到数据记录的全自动链。<sup>[4]</sup>据实际统计,该集样器系统采用精密的机械结构设计,可实现燃油流动过程中连续均匀的样品采集,有效避免人为采样偏差,误差率降低20%。

## 3.2 样品送检制度的创新

样品组合和批量验收系统承担着对来自多个取样点的样品进行有序组合和分类的重要任务,旨在为后续的质量评估和成本控制提供坚实的基础。在智能化浪潮的推动下,该

系统正稳步迈向自动化和智能化的新高度,以满足火电厂对数据处理高效性和准确性的迫切需求,系统内置自动样品组合功能,借助高精度计量混合技术,确保样品的均匀性和代表性。同时,系统支持灵活的批次分类策略,根据燃料种类、来源、时间等核心信息自动将样品分类到相应的批次,不仅大大提高了数据处理的效率,也为后续的质量分析和成本控制带来了极大的便利。在数据分析层面,系统融合前沿算法和模型,对样本数据进行深度挖掘和分析,通过对比历史数据,系统可以准确预测未来趋势,及时发现潜在的质量隐患和成本风险,为电厂决策提供科学依据。

## 3.3 自动化控制系统

在电厂中,自动化控制系统的应用不仅提高了生产效率和安全性,还降低了运行成本和能耗,该系统集成先进的传感器和执行器技术,实时监控燃煤量、煤质关键参数,并根据预设的算法和策略自动调整设备的工作状态。比如在燃煤制样环节,机器人制样过程实现全自动、环保、无人值守。制样过程由上位机和可编程控制器(PLC)统一控制,系统具有自动称重、自动除铁、输送、破碎、缩分、自动清洗、烘样、制粉、研磨、清扫、弃样暂存、弃样输送功能。此外,自动化控制系统还支持远程监控和操作功能,以便管理人员随时随地掌握设备的运行状态和生产情况,通过数据分析和预警功能,该系统能够及时发现潜在的设备故障和生产问题,为电厂的决策提供有力的支持。机器人智能制样系统的控制系统能够精确计算全自动制样各环节的样品损失率及整机样品损失率,分级校核煤样损失,方便故障异常的查找溯源。自动化控制系统的应用不仅提高了燃料管理的效率和安全性,还降低了运行成本和能耗,通过对设备运行状态的实时监控和自动调整,电厂可以实现燃料资源的优化配置和高效利用,远程监控和预警功能也为电厂的安全生产提供了有力的保障。

## 3.4 气动传输系统

气动传输系统作为燃料管理中的关键辅助设备,旨在实现燃料样品的快速准确输送,在电厂中,气动传输系统的应用不仅提高了输送效率和精度,而且实现了燃料样品资源的灵活调配和高效利用。系统应采用先进的压缩空气技术,通过管道、阀门等部件实现燃样的快速传输。在传输过程中,系统可以实时监控传送状态、压力等关键参数,并根据预设的算法和策略自动调整传输速度和方向,该功能不仅提高了传输效率和准确性,还避免了传输不畅造成的中断和资源浪费。此外,气动传输系统还具有灵活的部署能力,由管道传输将全水样送至化验室,将3mm样自动存入智能存样柜。全水样与分析样根据智能机器人化验系统运行工况分二路运行。一是人工化验模式下:将0.2mm分析样由管道送至人工化验室。全水样送至一楼全水化验室。二是全自动化化验模式:将0.2mm分析样与全水样送至智能机器人化验系统。全自动存样管理系统以样品存取过程“人样分离,盲存

盲取”为目标,实现样品存取过程自动化处理,避免样品存取过程的人工干预。全自动存查柜系统能实现存查样和分析样的自动暂存,实现煤样编码信息化、自动化管理、取样人员权限管理、实时记录煤样存取过程、实时监控存查样状态、自动提醒清理到期煤样等功能,从而实现对存查煤样全过程的管控。

## 4 电厂智能燃料处理全自动化机器人技术创新的路径分析

### 4.1 注重感知和识别技术的创新应用

在电厂燃料的智能化处理中,全自动化机器人通过传感和识别技术的创新应用,实现了对燃料的高效、准确管理,该技术的核心在于利用高清摄像头、红外传感器、激光雷达等多传感器设备对燃煤进行全方位、多维度的实时监测。如靖远发电采用全自动制样机器人系统,以工业机器人为核心,配合各种制样设备,实现整个制样过程的自动化和信息化管控。该机器人可以通过高精度传感器实时获取燃料的温度、湿度、粒径等关键参数,为后续的燃料配比和燃烧控制提供准确的数据支持。此外,全自动机器人还融入了先进的图像识别技术,可以准确识别燃料的类型、质量和来源,在靖远发电燃煤电厂的应用案例中,该系统通过搭载高清摄像头和人工智能算法,实现了进厂煤的自动采样、送样、制样和检测,全程无人工干预,大大提高了燃料验收的准确性和效率,该技术的应用不仅减少了人为因素的干扰,也降低了燃料管理的风险,为电厂的安全稳定运行提供了有力保障。

### 4.2 优化自主导航和智能调度系统

该系统集成了北斗定位、SLAM 算法和先进的路径规划技术,使运输车辆能够在复杂的电厂环境中自主导航,灵活避障,高效完成燃煤入厂检验,例如,为实现燃料调运智能管理和燃料运输在途风险控制,并加快汽车入厂效率,特建设一套功能完整的基于 GPS/ 北斗双模的汽车煤调运系统。具备的基本功能包含:计划管理、煤源点控制、车辆识别、在途控制、验票接口等,智能调运管理系统是基于 GPS/ 北斗双模技术、设备为基础的实时车辆在途运输线路及状态监控系统。该系统可给供应商下达采购计划、车辆计划、运输计划,实时反馈供应商发车情况、车辆在途情况,可实时监控运煤车辆在线路途中煤场、其他非正式供应商煤矿等的非

法停靠等信息,可实时报警、在线预警,对生产工作、装卸安排提供指导依据。

### 4.3 深化远程监控和维护技术应用

该技术通过物联网、通信和远程音视频实现机器人的远程监控、故障诊断和自主维护,如自动化验系统采用工业机器人技术、机器人应用技术、标准自动化技术配合专用仪器,用机器人及自动化机械直接或者间接模拟化验人员,按照国标要求的化验操作流程,完成各化验指标的自动化测量,测量结果直接传输智能化验管理系统。整个化验过程,操作人员与化验煤样完全隔离,从根本上解决了人为因素对化验结果的影响。

在远程监控系统中,机器人可以通过安装高清摄像头设备,将现场的运行状态和异常情况实时传输到远程监控中心,监控人员可以通过计算机实时查看机器人的工作状态和数据信息,并进行远程控制和故障诊断。此外,远程监控和维护技术还实现了机器人的自主维护和保养,在部分应用案例中,机器人通过携带各种传感器和检测装置,可以实时监测其运行状态和性能指标,一旦发现异常情况或故障预警,机器人可以自动触发维护程序进行故障排查和修复。<sup>[5]</sup>

## 5 结语

全自动化机器人在电厂智能燃料处理中的应用是火电企业实现智能化转型的重要途径,通过引入自动取样、自动制样、自动测试等智能化技术,显著提高了燃料管理的效率和准确性,降低了运营成本,促进了电厂的可持续发展。随着技术的不断进步和应用场景的拓展,全自动机器人将在电厂智能燃料处理中发挥更加重要的作用。

## 参考文献

- [1] 张强,李明,王磊.全自动机器人在电厂燃料智能化处理中的技术创新与应用[J].电力系统自动化,2023(5):1.
- [2] 赵敏,陈涛,刘洋.智能电厂中全自动机器人燃料处理系统的研发与实践[J].中国电力,2023(10):4.
- [3] 王芳,吴迪.全自动机器人在电厂燃料智能化管理中的关键技术研究[J].自动化与仪器仪表,2024(1):3.
- [4] 刘涛.基于全自动机器人的电厂燃料智能化处理系统优化策略[J].热力发电,2024(2):4.
- [5] 陈静.全自动机器人在燃煤电厂燃料智能化处理中的应用分析[J].能源技术与管理,2023(8):2.

# Research Report on Empowering Intangible Cultural Heritage Mechanisms with Blockchain Traceability Systems

Jiao Li

Zhangjiakou University, Zhangjiakou, Hebei, 075000, China

## Abstract

With the development of society and the progress of the times, intangible cultural heritage is deeply loved by people. However, drawbacks have emerged in the process of inheritance and development, and intangible cultural heritage urgently needs to be protected. This article is based on the blockchain traceability system empowering intangible cultural heritage mechanisms, interpreting the research on the distributed trust mechanism established in a weak trust environment to ensure user business data and promote the sustainable development of intangible cultural heritage.

## Keywords

Blockchain technology; Blockchain traceability system; Traditional intangible cultural heritage; Blockchain+Intangible Cultural Heritage; protection mechanism

## 关于区块链溯源系统赋能非遗机制的调研报告

李娇

张家口学院, 中国 · 河北 张家口 075000

## 摘 要

随着社会发展和时代进步, 非物质文化遗产深受人们喜爱。但是传承发展过程中弊病展露, 非物质文化遗产亟待保护。本文基于区块链溯源系统赋能非遗机制, 解读其在弱信任环境下建立的分布式信任机制为保障用户业务数据、推动非物质文化遗产可持续性发展等的研究。

## 关键词

区块链技术; 区块链溯源系统; 传统非遗; 区块链+非遗; 保护机制

## 1 引言

### 1.1 调研的问题

“区块链+非遗”的典型成功案例的成功经验以及它们是如何形成可运作的机制, 如何作用于非遗, 非遗上传、交易及保护机制如何解决传统非遗面临的品牌建设不足、非遗保护技术不足、缺少人文关怀不想传承等问题。

主要分为以下几个方面:

区块链技术是什么?

为什么互联网时代下要探索区块链这一全新信息技术?

怎样解决区块链技术所面临的问题?

价值评估或(好的那方面)影响是什么?

### 1.2 调研的背景

非物质文化遗产数字化发展乃是当今发展热潮。通过区块链、物联网、元宇宙等新兴科技手段赋能传统非遗, 使得传统非遗活态性发展变化。中华优秀传统文化源远流长、博大精深, 十分注重非物质文化遗产的保护以及研究, 并在此基础上进行合理化改良, 延长其生命力。

### 1.3 调研的目的

针对非遗传承中面临的诸多问题, 过度商业化以及产品设计、生产同质化; 缺少人文关怀不想传承; 地方特色和文化内涵挖掘不足等问题, 利用区块链不可篡改, 透明化的特点保障非遗传承人等人民的合法权益, 同时推动非遗的可持续性发展, 赋能非遗保护机制。

主要是针对非遗传承中遇到的各式各样的问题, 分为以下几个方面:

非遗自身发展动力不足, 主要体现在:

非遗传承人青黄不接

非遗产业化程度较低

【基金项目】张家口学院2024年大学生创新创业训练计划项目区块链溯源系统赋能非遗上传交易及商标权保护机制(项目编号: S202414458012)。

【作者简介】李娇(2005-), 女, 中国河北枣强人, 在读本科生, 从事区块链与行业融合发展研究。



非遗产品传播手段单一  
 非遗发展环境较为稀缺，主要体现在：  
 国家政策响应贯彻问题  
 部分企业或个人知识产权等法律意识较差  
 人民非遗保护意识淡薄  
 对现有非遗利用不合理

#### 1.4 调研的意义

我们的研究主要有以下几个方面的意义：

推动非遗保护发展传承，探究非遗传承发展过程中内生动力不足，外部环境混杂等问题，寻找数字化时代下区块链技术与非遗碰撞产生的新颖需求以顺应时代；

推动打造区块链非遗平台、APP、网站作为非遗保护的重要手段之一，推动“非遗”注册商标、申请地理标志产品，加强“非遗”知识产权保护，做大做强“非遗”产品品牌，增强人民群众获得感；

防止侵权行为以及非遗的过度商业化，推动品牌建设和市场拓展，推动非物质文化遗产的可持续性发展；

同时利用非遗产品的品牌效应带动乡村振兴，缩小城乡差距，推动新质生产力新技术与产业的外延发展，从而更好地推动全面建设社会主义现代化国家。

## 2 研究现状

我国国家政策与法律大力支持与保护区块链技术的发展，向来重视非物质文化遗产领域的发展变化。

### 2.1 区块链技术概述

#### 2.1.1 区块链的概念

区块链（blockchain）是一种全新的信息技术，其本质上“是一种块链式存储、不可篡改、安全可信的去中心化分布式账本<sup>[1]</sup>。”它结合了分布式存储、点对点传输、共识机制、密码学等技术<sup>[2]</sup>，通过不断增长的数据块链记录交易和信息，确保数据的安全和透明性<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 区块链的特点以及与非遗结合的特点

区块链的特点包括去中心化、不可篡改、透明、安全和可编程性<sup>[3]</sup>。

去中心化：区块链技术由多元共治，拥有不同节点，即多方主体共同治理集合而成。其追溯数据产生的集合可无限应用于所需对象，不具有中心聚焦的效果，而是多方主体、多中心化的效果。

不可篡改：应用区块链技术后，每个主体都将具有分布式账本中的一本，各个主体手中的分布式账本都将记录储存的数据，这些数据共同构成分布式账本，从而产生不可篡改的效力。

公开透明：区块链技术下的数据具有可溯源、可追溯的特性。过往记录的任意数据都可被调取并查看，公开透明。

#### 2.1.3 区块链的分类

区块链按照不同的领域特点，一般分为公有链和许可链。

公有链 / 公链（public blockchain）：所有节点开放。

许可链：只有被许可的节点才能开放，包含私有链、联盟链、企业链等所有非公有链。

根据区块链的性质与开放程度的不同分为公有链、私有链和联盟链。对所有人开放的是公有链，针对单独个人和实体的是私有链 / 私链（private blockchain），介于两者之间的是联盟链（consortium blockchain）。

### 2.2 区块链安全的工作原理是什么即对非遗安全机制的考量

为了实现区块链安全，需要采用多种技术手段，如密码学、哈希算法、共识机制等，以保证交易的真实性和可信度，同时也需要加强用户教育和安全意识，提高用户的安全防范意识，避免用户被骗取私钥等重要信息。

加密技术：采用多种技术手段进行加密，区块链利用哈希算法，“区块链中的每个区块都包含了前一区块的哈希值，这使得区块链中的交易记录不可篡改，保证交易的完整性和可靠性。

共识机制：应用区块链技术的主体共同作用于非遗或其他领域的数据存储及研究，在一定程度上达成区块链应用方面的共识，共同作用于所需对象。不同节点共同存储和查看数据，达成公开性的共识。

智能合约：智能合约是一种自动执行的计算机程序，是一种自动执行的合约，它通过区块链技术实现，智能化的效力适用于数字化时代，是其独特性之一。

### 2.3 区块链技术的应用

区块链技术利用其自身特点进行数据存储与信息记录，其价值与特性使其在数字化时代下具有广阔的应用前景，可应用于金融、医疗、非遗等诸多领域。未来将会迎来“区块链+”时代的到来。

## 3 研究过程

### 3.1 定义研究问题

明确研究区块链赋能下的非遗保护问题，基于区块链技术对非遗保护机制的探索，以赋能传统非遗，促进传统非遗的转型升级为出发点的同时积极响应国家政策的实施与运作，并对相关问题提出自己的见解。

根据区块链技术这一全新的信息技术为出发点，以传统非遗为根基进行拓展与延伸，思考其技术要点，技术应用，技术影响几个方面。

主要分为以下几个方面：

区块链技术是什么？其特点，作用，分类及主要概述。

为什么互联网时代下信息技术层出不穷，还要探索物联网、大数据、人工智能、区块链等全新信息技术？

怎样解决区块链技术所面临的瓶颈问题？

发现问题后怎样进行解决与实践？

两者结合的价值评估或（好的那方面）影响是什么？

缺点及改进方向。

## 3.2 收集文献和资料

### 3.2.1 区块链在非遗领域的应用现状

#### ①区块链保护知识产权的实例“慧证通”

“慧证通”是江汉区市场监督管理局与华中区块链创新中心联合打造的一款知识产权保护应用,可在移动端、电脑端使用。

②基于区块链技术的食品类非遗溯源平台关键技术研究——创造性地运用到了区块链中的联盟链

在现有超级账本的基础上,提出了一种适应于食品溯源场景的基于联盟链 Fabric 平台的食品溯源体系框架:通过开发区块链作为底层平台链接现有成熟的养殖系统、农场系统、物流系统和销售系统的中间件,实现对现有系统的合理应用,减少了系统的开发难度和工作量;创新性的将信用值这一评估引入到联盟链系统中;设计了一种基于国密算法 SM2 的可验证随机算法;设计实现了基于超级账本 Fabric 的食品溯源验证系统。本案例将关注点切入非遗食品类。

③云南少数民族非遗数字资源系统模型及其建设——创造性地运用到了区块链中的公有链和私有链

当云南省各个地区的非遗数字资源保存主体加入云南省少数民族非遗数字资源系统时,云南非遗数字资源建设借助区块链技术,实现了不同主体之间的非遗资源交流与共享。

### 3.2.2 区块链在其他领域的应用经验

#### ①“区块链+茶园”--“吓煞人香”茶园生态系统

在江苏省农科院和吴中区农业农村局的指导下,吴依碧螺春茶叶专业合作在茶园中布置了数字化监测设备。其中,可通过虫情测报设备、频振式太阳能杀虫灯,实现智能计算、分析田间虫情变化趋势;实时记录茶叶生长环境信息、智能采集监测,保证茶叶品质。利用数字化检测设备以区块链技术为依托构建了区块链+茶园的生态系统,使得茶园生态型、科技型发展,符合当今数字化发展趋势。

②“区块链+煤质检测”--国家能源集团数智科技公司“区块链+煤质检测”智慧实验室

“区块链+煤质检测”智慧实验室是利用区块链技术建立的账户可信、设备可信、过程可信和数据可信的煤质检测智慧实验室,该实验室避免了传统煤质检测中人工操作的不稳定性,实现了煤炭采制化全过程自动化、智能化管理。

## 4 调研概况

以查阅区块链相关文献为前提,不仅了解其在非物质文化遗产保护领域的应用现状,而且了解区块链技术的食品类非遗溯源平台设计,得出区块链技术综合性应用到非物质文化遗产各领域的突破性发展,以及区块链技术有望在未来几年受到大力支持,并得到可行性应用。

通过调查研究,注册一系列传统非遗 APP、小程序、网站等平台的账号。了解到其内容种类丰富,可进行线上买卖交易,其中手工类非遗产品相对价钱高昂,由于手作人的制作技艺高超,但传承人数相对稀缺,大多传承技术失传甚

至泯没,面临发展困境的残酷现实。

目前区块链等全新技术在发展中缺乏实践案例。且传统非遗文化建设鲜少将区块链技术应用其中,一是存在技术壁垒,二是实践基础较差。本文基于区块链技术构建理想化的非遗整体架构,综合调研得出结果并建立了相应模型。图1为区块链系统架构设计图,分为5层,分别为应用层、功能层、接口层、服务层和存储层。每一层具体描述如下:

应用层:为用户登录、注册,数据查询等基本功能需求,用户可将相关非遗资源上传至平台进行一系列操作,并将用户登录平台所产生的实时数据(版权交易、登记等)作为基础性数据存储。

功能层:主要是系统所需功能的业务逻辑实现。区块链技术下的数据具有可溯源、可追溯的特性。过往记录的任意数据都可被调取并查看,公开透明。信息化时代下,繁杂的数据让人眼花缭乱,而区块链公开透明的特性使得主体的权利能得到更有效的保障。

接口层实现:系统利用“时间戳+哈希值”为作者生成不可篡改的版权证明。并通过区块链技术利用区块链统一接口进行数据筛选转化存储等一系列程序,如将用户上传至传统非遗平台的视频、图片等进行分类认证不同类型的数据进行标准化、格式化转换,进行数据汇集与确权处理。

服务层:主要包括与存储、添加、撤销、查询、修改等相关的智能合约。共同参与其中,每个主体都可称之为一个“中心”,多主体共同组成平台运作的群体,每部分都不可或缺。

存储层:分成区块链网络和数据库,主要负责用户信息、基本业务信息的存储管理。应用区块链技术后,每个主体都将具有分布式账本中的一本,各个主体手中的分布式账本都将记录储存的数据,这些数据共同构成分布式账本,从而产生不可篡改的效力,所有数据的节点共同治理。

在此基础上产生的区块链溯源系统赋能非遗机制(见图2),主体分为三个部分,分别为“接口处需求平台与资源交互”、“三大交互平台系统”、“AI智能分析与数据修复”。

接口处需求平台与前文中接口实现相匹配,契合于非物质文化遗产数据资源的确权性,借多种区块链智能算法,进行功能处理,以实现非遗数据资源交互,如:非遗平台的主体多种多样,既包括传承非遗匠心的非遗传承者,又包括热爱非遗作品文化的人民大众,其中不乏传递非遗精神的中介。

资源交互平台、数据检索平台、区块链系统相辅相成。

资源交互平台计划将从各主体,资源网络媒体集中数据数字资源进行二次加工,将图片、网络文章等运用技术加工为栩栩如生的二维、三维版面设计图,不仅有利于版权、商标权的确权处理,更有利于精细化展示、陈列所需物资的细节,以备了解感知非遗文化内涵,更有助于其传播交流,吸引广大人民群众投身于非遗文化建设的伟大路径中来。

数据检索平台:前文提到,时间戳是具体作品、文化产品的独特标定。由此得出可通过明确的出的数据代码与时

间戳挂钩，形成其独特的“名字”，这就等同于人类的名字，可通过大数据精准查询找到自己需要的门类中的作品。由于其特有性，不存在多个作品“同名”。

区块链系统：即上文提到的区块链通过多种层级满足自身生态建构。通过各层级的相互配合利用，实现区块链技术应用基础的配合，配合非遗时代所需路迢迢，但责任重大的人本需要，以实现多项指标，为科技贡献、为非遗贡献。

随后 AI 大数据分析进行数据反馈与修复，分析数据库中存在的异常数据，如作品版权归属存在矛盾，作品商标权界限模糊不清存在隐患等，进行上报，智能采取紧急处理手段进行维持与修复。



图 1 区块链系统架构设计图

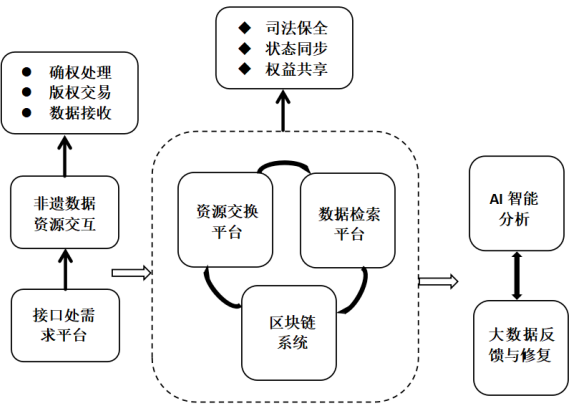


图 2 区块链溯源系统赋能非遗机制

## 5 数据分析

区块链技术价值巨大，虽然具有技术壁垒，但其也具有好的一面影响。区块链技术是一种全新的信息技术，发展前景广阔，未来光明，同时还能作为国家对非遗支持保护政策的实践补充，其未来发展价值与发展前景不可估量。无论如何，其都将作为一门新兴的信息技术风靡未来。

## 6 结论与建议

### 6.1 本课题调研方法的科学性

通过查阅和评估相关权威区块链领域著作和区块链领域有关文献，了解掌握非遗保护工作情况与区块链研究工作

中的共通之处；

通过对特定案例分析，例如对区块链 + 茶园，区块链 + 煤炭等产业的分析，进行多方面研究，宏观角度剖析区块链 + 非遗保护工作的可行性；

通过对区块链自身特性的分析，结合实际情况整理出适合自身发展的优化方案，同时分析了影响非遗发展的各种因素，例如宏观上的政治、法律等因素，微观上的非遗传承人稀缺等因素；

通过国内外研究现状和发展动态的对比研究进行调研剖析，突出研究重心的不同及研究领域的区别。

### 6.2 本课题调研结果的可靠性

通过多种调研方法对比研究，对比区块链 + 非遗与传统非遗保护机制的不同；

此外还进行相关数据的筛选和加工，了解区块链技术的内核与应用；

选择权威论文资料进行理论研究，印证数据的可靠性，从而保证调研结果可靠性；

通过对传统非遗保护 APP、小程序等的调研，注册相关账号，了解其运作发展过程中的弊端，一定程度上规避风险；

引用了大量论文著作，国内外著作的加持一定程度上印证了调研结果的可靠性。

### 6.3 本调研成果的价值

通过撰写调研报告发现并深入了解区块链技术的广泛应用，了解我国在非遗保护发展等方面存在的一些问题。针对保护非遗的问题运用区块链这一全新信息技术提出了自己的见解以及对策，有望在未来对其两者的发展壮大提供相关发展思路及可靠借鉴。

由此也产生了一系列的思考：

互联网时代下拥有多种信息技术，究竟为何还要探索物联网、大数据、人工智能、区块链等全新信息技术的发展，究其原因：

外因：数字化背景下时代的发展趋势催生新型科技力量的诞生及发展，例如区块链技术近几年已应用到方方面面，成效甚好，收获颇丰；内因：互联网自身具有局限性，而区块链技术自身却具有可溯源性等优点，其自身具有的优点刚好可以弥补传统非遗互联网平台的缺点。

区块链这种新型信息技术存在的问题：

区块链技术价钱高昂，同时了解的人甚少导致大部分人对这项技术不了解，对于它的研究具有技术壁垒，这些原因共同导致其难以普及，并不具有普适性。

### 参考文献

- [1] Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system[Z]. 2008.
- [2] 张勳, 王东滨, 邵苏杰, 智慧, 北京同邦卓益科技有限公司研发团队. 区块链技术及其可信交易应用[M]. 北京: 北京邮电大学出版社. 2022.6.
- [3] 孙溢. 区块链安全技术[M]. 北京: 北京邮电大学出版社. 2021.



# Reliability analysis of global Positioning system (GPS) in civil aviation navigation

Hangcheng Zhao

Beijing Aircraft Maintenance Engineering Co., Ltd. Aviation Technology Training Department Chengdu Training Area, Chengdu, Sichuan, 610212, China

## Abstract

In order to deeply analyze the reliability of global positioning system (GPS) in civil aviation navigation, explore its application advantages in the aviation field, and seek ways to improve its reliability and safety. This paper deeply studies the working principle and technical characteristics of GPS system and its practical application in civil aviation navigation to evaluate the performance of GPS in aviation navigation. It is found that GPS system has significant advantages in civil aviation navigation, such as high precision, all-weather and global coverage, but it has some limitations in signal interference and multi-path effect. Through the research of existing technologies and the application of improvement measures, the reliability of GPS in aviation navigation is effectively improved.

## Keywords

GPS system; civil aviation navigation; reliability

# 全球定位系统（GPS）在民用航空导航中的可靠性分析

赵航程

北京飞机维修工程有限公司航空技术培训部成都培训区，中国·四川 成都 610212

## 摘 要

为深入分析全球定位系统（GPS）在民用航空导航中的可靠性，探讨其在航空领域的应用优势，并寻求提升其可靠性和安全性的方法。本文通过对GPS系统的工作原理、技术特点及其在民用航空导航中的实际应用进行深入研究，评估GPS在航空导航中的性能表现。研究发现，GPS系统在民用航空导航中具有高精度、全天候、全球覆盖等显著优势，但在信号干扰、多路径效应等方面存在一定局限性。通过对现有技术的研究和改进措施的应用，有效提高了GPS在航空导航中的可靠性。

## 关键词

GPS系统；民用航空导航；可靠性

## 1 引言

全球定位系统（GPS）通过卫星信号实现对地面接收器的精确定位，为民用航空导航提供了高精度、实时的定位服务。GPS在民用航空导航中的应用，不仅提高了航班的运行效率，还显著降低了飞行成本。然而，GPS系统的可靠性问题不容忽视。本文旨在通过对GPS系统原理、特点及其在民用航空导航中的应用进行深入研究，分析GPS在民用航空导航中的可靠性优势，并提出相应的改进措施和建议，以期为提高GPS在民用航空导航中的可靠性和安全性提供理论依据。

## 2 全球定位系统（GPS）概述

### 2.1 GPS 系统的组成和工作原理

全球定位系统（GPS）由以下三个主要部分组成：

【作者简介】赵航程（1973-），男，中国四川安县人，本科，工程师，从事航空电子研究。

（1）空间部分：由 24 颗卫星组成，均匀分布在 6 个轨道平面上，轨道高度约为 2.02 万公里。（2）地面控制部分：包括主控站、监控站和用户站。主控站负责卫星的跟踪、控制和调度；监控站负责收集卫星信号和地面数据；用户站负责接收卫星信号，进行定位计算。（3）用户设备：包括接收机、数据处理软件和显示设备等。

GPS 系统利用卫星信号进行定位。用户设备接收到卫星发射的信号，这些信号包含卫星的轨道参数和发射时间。用户设备根据卫星信号到达的时间差和已知的卫星轨道参数，计算出用户设备与卫星之间的距离。用户设备通过求解距离方程组，得到用户设备的经纬度和高度。

### 2.2 GPS 系统的特点和优势

GPS 系统的定位精度可以达到厘米级别，适用于各种定位需求。GPS 系统覆盖全球，无论用户位于何处，都能接收到至少 4 颗卫星的信号。用户只需购买 GPS 接收设备，即可实现实时定位。随着技术的进步，GPS 接收设备的成本逐渐降低，使得更多用户能够使用。GPS 系统具有较好的抗干扰能力，在恶劣环境下仍能保持较高的定位精度。

GPS 系统在交通运输、测绘、地质勘探、军事等领域具有广泛的应用。

### 3 GPS 在民用航空导航中的应用

#### 3.1 GPS 在民用航空导航中的发展历程

早期阶段（1970 年代），GPS 技术起源于美国国防部的军事需求，主要用于军事导航。这一阶段的 GPS 系统精度较低，且信号主要面向军事用户。发展阶段（1980 年代），随着 GPS 技术的不断成熟，民用航空部门开始关注 GPS 在航空导航中的应用。这一阶段，GPS 系统的精度和可靠性得到显著提高。应用阶段（1990 年代至今），随着 GPS 系统的不断完善，民用航空导航逐渐广泛应用 GPS 技术。目前，GPS 已成为民用航空导航的主要手段之一。

#### 3.2 GPS 在民用航空导航中的具体应用领域

GPS 在民用航空导航中的具体应用领域主要包括航空器定位、航路设计、空域管理、民航雷达系统及民航通信系统等方面。航空器定位方面，GPS 可以精确测定航空器的位置，为飞行员提供实时、准确的导航信息。航路设计方面，通过 GPS 定位，可优化航线设计，提高飞行效率，降低燃油消耗。空域管理方面，GPS 在空域管理中的应用，有助于提高空中交通流量，确保飞行安全。民航雷达系统方面，GPS 与民航雷达系统相结合，实现航迹跟踪和实时监控。民航通信系统方面，GPS 与民航通信系统相结合，提高通信效率，确保飞行安全。

#### 3.3 GPS 与其他导航系统的结合应用

GLONASS（俄罗斯全球导航卫星系统）与 GPS 结合，可提高定位精度和可靠性，降低信号干扰。Galileo（欧洲全球导航卫星系统）与 GPS 结合，为用户提供更多导航选择，提高系统抗干扰能力。Beidou（中国北斗导航系统）与 GPS 结合，实现多系统融合，提高导航精度和可靠性。

### 4 GPS 在民用航空导航中的可靠性分析

#### 4.1 GPS 信号的可靠性评估

##### 4.1.1 信号强度和稳定性

GPS 信号的强度是衡量其可靠性的重要指标。信号强度直接关系到 GPS 接收机的定位精度。卫星高度角越高，信号强度越强。因此，飞机在较高空飞行时，GPS 信号质量较好。大气层对 GPS 信号有衰减作用，尤其是在高层大气中，信号衰减更为明显。地面和空间电磁干扰会影响 GPS 信号强度，降低导航精度。GPS 信号的稳定性也是保证导航可靠性的关键。卫星发射的信号质量直接影响到地面接收机的信号接收效果。接收机的性能决定了其捕捉和处理信号的能力，进而影响信号稳定性。

##### 4.1.2 多路径效应和干扰

多路径效应是指 GPS 信号在传播过程中遇到障碍物，产生反射、折射等现象，导致信号到达接收机时路径复杂。这会使得接收机难以准确捕捉到原始信号，从而降低定位精度。采用抗多路径技术，如使用天线阵列、提高接收机性能等，可以有效降低多路径效应的影响<sup>[1]</sup>。GPS 信号容易受到

电磁干扰，包括人为干扰和自然干扰。人为干扰、自然干扰等因素可能导致干扰。人为干扰包括地面雷达、通信设备等产生的电磁波干扰。自然干扰包括太阳黑子、雷电等自然现象产生的电磁干扰。

#### 4.2 GPS 系统的精度和准确性分析

##### 4.2.1 定位误差来源

在民用航空导航中，GPS 系统的定位误差主要来源于卫星信号传播误差、卫星钟差、卫星轨道误差、接收机误差及地球自转和地球椭球形状误差等几个方面。由于大气层、电离层等因素的影响，卫星信号在传播过程中会发生折射和延迟，导致定位误差。卫星上的原子钟存在一定的误差，导致定位结果不准确。卫星轨道参数的不确定性也会对定位精度产生影响<sup>[2]</sup>。接收机的硬件和软件误差，如天线相位中心偏差、接收机内部噪声等，也会对定位精度造成影响。地球自转和地球椭球形状的不规则性也会对 GPS 定位精度产生一定影响。

##### 4.2.2 提高精度的方法

为了提高 GPS 在民用航空导航中的精度，可以选用具有高灵敏度和低噪声的接收机，提高信号接收质量。通过将地面基准站和飞机上的接收机进行同步观测，实时获取差分修正信息，从而提高定位精度。利用 GPS 系统中的 L1 和 L2 两个频率进行观测，通过频率组合技术提高定位精度。在卫星信号传播条件较好的时段进行观测，如白天、晴朗天气等。合理选择卫星星座，提高卫星信号的覆盖范围和连续性。对观测数据进行预处理、滤波和后处理，提高定位结果的精度。结合区域导航系统（如 VOR、ILS 等）与 GPS 技术，实现互补定位，提高导航精度。

#### 4.3 GPS 系统的完整性监测

##### 4.3.1 故障检测和排除

GPS 系统通过实时监控卫星信号、用户接收机数据以及系统内部参数，对系统运行状态进行持续监测。一旦发现异常，系统将立即启动故障检测机制。通过分析故障信号特征，定位故障发生的位置，如卫星、地面控制站或用户接收机等。针对故障定位结果，采取相应的措施进行故障排除，如切换到备用卫星、调整地面控制站参数或更新用户接收机软件等<sup>[3]</sup>。在故障排除后，系统需进行故障恢复，确保 GPS 系统恢复正常运行。

##### 4.3.2 冗余设计和备份系统

GPS 系统采用多颗卫星同时工作，当某颗卫星出现故障时，其他卫星可以继续提供服务，保证系统的可靠性。建立地面备份系统，如地面测控站，对卫星信号进行实时监测和校正，提高 GPS 系统的精度和可靠性。鼓励用户配备备用接收机，以应对主接收机故障的情况。在 GPS 系统软件层面，采用冗余设计，如多线程处理、故障转移等，提高系统的健壮性。对 GPS 系统关键数据进行备份，如卫星轨道参数、系统状态信息等，以便在故障发生时快速恢复。建立预警系统，对 GPS 系统可能出现的故障进行预测，提前采取预防措施，降低故障发生概率。

## 4.4 环境因素对 GPS 可靠性的影响

### 4.4.1 天气条件

天气条件是影响 GPS 可靠性的重要因素之一。大气折射、电离层扰动、极光干扰等是几种常见的天气条件。大气折射是由于大气层对电磁波的折射作用,使得 GPS 信号在传播过程中产生偏差。在雨、雾、雪等恶劣天气条件下,大气折射现象更加严重,导致 GPS 定位精度降低。电离层是地球大气层中的一层,对 GPS 信号产生折射和吸收作用。在太阳活动高峰期,电离层扰动增大, GPS 信号传播速度和路径发生变化,影响定位精度。极光是由太阳风与地球磁场相互作用产生的,对 GPS 信号产生干扰。在极光活动频繁的地区, GPS 信号受到的干扰较大,定位精度降低。

### 4.4.2 地形和建筑物遮挡

地形和建筑物遮挡也是影响 GPS 可靠性的重要因素。高海拔地区、密集建筑物区域、峡谷、山谷等复杂地形都会对 GPS 可靠性造成影响。在高海拔地区, GPS 信号传播距离较长,容易受到地形遮挡。此外,高海拔地区大气密度较低,大气折射现象更加明显,进一步降低 GPS 定位精度。在城市等密集建筑物区域, GPS 信号容易受到遮挡<sup>[4]</sup>。当 GPS 信号被建筑物遮挡时,定位设备无法接收到足够的信号,导致定位失败或精度降低。在峡谷、山谷等复杂地形, GPS 信号传播路径受到限制,容易产生多路径效应。多路径效应会导致 GPS 信号相互干扰,降低定位精度。

## 5 提高 GPS 在民用航空导航中可靠性的措施

### 5.1 技术改进和创新

#### 5.1.1 增强信号抗干扰能力

可以采用抗干扰技术,如多路径干扰消除、信号放大、滤波等,降低外部干扰对 GPS 信号的影响;优化 GPS 接收机设计,提高信号接收灵敏度,降低噪声干扰;采用多频段 GPS 接收技术,提高抗干扰能力;研发新型抗干扰算法,如自适应滤波、自适应干扰抑制等,实现实时动态抗干扰;建立卫星导航干扰监测与预警系统,实时监测 GPS 信号干扰情况,为抗干扰措施提供数据支持。

#### 5.1.2 改进定位算法

应优化定位算法,提高定位精度和稳定性,如采用高精度定位算法、自适应滤波算法等;引入辅助定位技术,如差分 GPS (DGPS)、伪卫星技术等,提高定位精度;研究多系统融合定位技术,如 GPS、GLONASS、Galileo 等卫星导航系统融合,提高定位可靠性;开发实时动态定位算法,实现实时动态调整定位参数,提高定位精度;研究基于人工智能的定位算法,如机器学习、深度学习等,提高定位算法的智能性和适应性。

### 5.2 加强系统监控和维护

#### 5.2.1 实时监测 GPS 系统性能

通过部署先进的监控系统,对 GPS 接收机的信号质量、定位精度、系统稳定性等进行实时监控。实时采集 GPS 系统运行数据,通过专业软件进行分析,及时发现潜在问题。当系统性能出现异常时,立即发出预警,确保相关维护人员

能够迅速响应。

#### 5.2.2 定期维护和更新设备

定期对 GPS 设备进行检查,确保其硬件和软件处于良好状态。及时更新 GPS 设备的软件,以适应新的技术标准 and 规范。储备必要的备件,以便在设备出现故障时能够及时更换,减少停机时间。对维护人员进行专业培训,提高其设备维护和故障排除能力。

### 5.3 制定应急预案和容错机制

#### 5.3.1 应对 GPS 系统故障的紧急措施

建立备用导航系统,在 GPS 系统出现故障时,可以迅速切换到备用导航系统,如地面无线电导航系统 (VOR、ILS 等) 或卫星导航系统 (GLONASS、Galileo 等),以确保飞机的正常导航<sup>[5]</sup>。在 GPS 系统故障期间,加强地面与空中交通管制员的通信,确保飞行员和管制员之间能够及时、准确地传达信息,共同应对故障。制定详细的紧急程序,包括飞机的紧急备降、绕飞、改变航线等,确保在 GPS 系统故障时,飞机能够安全、有序地执行任务。

#### 5.3.2 提高系统的容错能力

将 GPS 信号与其他导航系统 (如 GLONASS、Galileo 等) 的信号进行融合,提高导航系统的可靠性和准确性。改进 GPS 接收机的算法,提高其在复杂环境下的抗干扰能力和抗遮挡能力。在 GPS 系统中设置冗余设备,如备用天线、备用接收机等,以防止单一设备故障导致整个系统瘫痪。对 GPS 系统进行实时监控,及时发现并处理潜在故障,确保系统的稳定运行。

## 6 结论

GPS 系统具有全球覆盖、高精度、实时性强等特点,为民用航空导航提供了可靠的定位服务。应建立完善的信号监测系统,实时监测 GPS 信号质量,及时发现并预警潜在的信号干扰和故障。将 GPS 与其他导航系统 (如 GLONASS、Galileo 等) 进行信息融合,提高导航的可靠性和鲁棒性。通过技术手段提高 GPS 接收机的抗干扰能力,降低信号干扰对导航精度的影响。针对 GPS 系统可能出现的故障,制定相应的应急预案,确保在紧急情况下能够及时切换到备用导航系统。

### 参考文献

- [1] 谢文泽.民用航空机场导航信号干扰因素及应对策略[J].科技风,2022,(10):61-63.
- [2] 封世领,罗文军,周兵.民用航空通信导航系统仿真设计[C]//中国航空学会.第五届中国航空科学技术大会论文集.中电科航空电子有限公司,2021:4.
- [3] 民用航空通信导航监视设备飞行校验管理规则[J].中华人民共和国国务院公报,2021,(27):34-41.
- [4] 侯敬,王鸿锋.当民用航空导航测距仪 (DME) 地面设备被无线电干扰后的操作与措施[J].中国航班,2021,(16):104-107.
- [5] 贾宇.卫星导航地基增强系统在民用航空的发展与应用[J].现代导航,2020,11(04):272-276.



# The application path of data-driven military oil support technology in the field

Xiuquan Yu<sup>1</sup> Jianzhong Hou<sup>2</sup> Qinfu Li<sup>1</sup> Guoqing Zhi<sup>1\*</sup>

1. Chinese Academy of Electronics Sciences, Beijing, 100041, China

2. Army Staff Department of the PLA, Beijing, 100041, China

## Abstract

This research pay attention to the challenges faced by military fuel supply under field dispersed conditions. Based on a review of relevant literature on intelligent fuel supply and combined with typical practical application cases, this study analyzes the practical application of intelligent technologies driven by data. It summarizes and proposes a data-driven "collect-transmit-integrate-utilize" intelligent technology system for field dispersed military fuel supply. The study explores cutting-edge intelligent technologies and practical application models for fuel supply. It elaborates on the application of artificial intelligence algorithms in fuel consumption prediction, optimization of supply resource allocation, and planning of supply routes. This enables multi-modal execution of logistical support tasks under field dispersed conditions and provides theoretical and practical references for promoting the intelligent transformation of military fuel supply.

## Keywords

field dynamic and dispersed conditions; military fuel supply; data-driven; intelligent technology

# 数据驱动赋能野外动散军事油料保障智能化技术的应用路径

于修全<sup>1</sup> 侯建中<sup>2</sup> 李钦富<sup>1</sup> 智国庆<sup>1\*</sup>

1. 中国电子科学研究院, 中国·北京 100041

2. 中国人民解放军陆军参谋部, 中国·北京 100041

## 摘要

本文聚焦野外动散条件下军事油料保障面临的挑战, 本研究基于智能化油料保障相关文献调研, 结合典型实践应用案例, 分析研究数据驱动下智能化技术的实践运用, 总结提出数据驱动的“采-传-汇-用”野外动散军事油料保障智能化技术体系, 探索油料保障智能化前沿技术和实战应用模式。阐述人工智能相关算法在油料消耗预测、保障资源优化配置和保障路径规划等环节的应用, 实现野外动散条件下后勤保障任务多模态执行, 为推动军事油料保障智能化转型提供理论与实践参考。

## 关键词

野外动散条件; 军事油料保障; 数据驱动; 智能化技术

## 1 引言

野外作战呈现出动态分散的显著特性。随着作战任务的多样化与作战区域的广泛拓展, 部队频繁机动、分散部署, 作战单元不再集中于固定地点。这种动散态势使得军事油料保障面临前所未有的挑战<sup>[1]</sup>。在现代战争中, 野外动散条件已成为常态, 具有作战区域广、机动性强、任务变化快等特点, 油料作为军队和现代战争的“血液”, 其保障的及时性、

精准性直接影响作战效能。

传统的油料保障模式主要依赖经验决策, 在野外动散条件下存在信息传递滞后、资源调配不灵活、决策缺乏精准数据支撑等问题, 难以适应复杂多变的野外环境和动态需求, 数据驱动的军事油料保障智能化技术为解决这些问题提供了有效途径, 对于提升军事油料保障效能、增强部队战斗力具有重要意义<sup>[2]</sup>。

## 2 国内外研究现状

国外军事智能化保障领域起步较早, 已将大数据、人工智能等技术广泛应用于油料保障, 实现了部分环节的自动化与智能化决策、践行了一定程度的智能化保障应用<sup>[3-5]</sup>; 在伊拉克战争中, 美军利用卫星通信、传感器网络等, 实时掌控前线油料消耗, 依托大数据分析精准预测需求, 从后方油库到前线补给点构建起高效配送链路, 运输车辆配备智能

【作者简介】于修全(1978-), 男, 中国黑龙江青冈人, 本科, 高级工程师, 从事云计算、大数据、人工智能等研究。

【通讯作者】智国庆(1996-), 男, 中国北京人, 硕士, 助理工程师, 从事军事大数据应用, 战法训法理论探索, 地理大数据挖掘研究。

导航与监控,依路况、威胁实时优化路线,保障作战连续性。同时,美国在油料装备研发上大力投入,新型运油车智能化程度高,可自动监测油料状态、车辆工况,故障预警并远程诊断,极大提升保障效能。

国内研究近年来也在积极探索,部分战区开展野战油料保障智能化试点,引入物联网、智能传感技术,野战加油站能自动识别车辆、精准计量加油,单兵油料携行具集成智能监测,显示油料余量与消耗速率<sup>[6]</sup>。但是,我国在数据挖掘深度、智能决策算法优化、跨军种协同保障智能化等方面适应野外动散条件的复杂环境方面,如多军种联合作战时,油料保障信息共享、任务分配的智能化协同机制尚待完善,强化应用实践。

### 3 野外动散条件下军事油料保障面临的挑战

野外动散条件下军事油料保障主要面临如下挑战:

#### 3.1 需求预测困难

野外动散条件下作战任务类型多样、作战区域不固定、作战节奏变化大,油料保障需求难以准确预测成为难题。传统预测方法难以涵盖众多影响因素,导致保障资源配置不合理。

#### 3.2 保障资源调度复杂

野外动散条件下保障力量分散,地形复杂、气候条件恶劣,影响油料运输和存储设备的正常运行,增加了保障难度和风险。如何在有限时间内,将油料保障资源有效调配至需求点,是油料保障的主要任务。

#### 3.3 信息获取与共享不畅

野外动散条件下作战区域分散且保障环节众多、通信条件受限,造成油料保障相关信息采集、传输受阻,信息的及时性和准确性难以保证,影响保障决策的科学性与及时性。

### 4 实践应用案例分析

#### 4.1 案例一:某部实战化演练中的军油保障

##### 4.1.1 演练背景与军油保障需求

演练背景:跨区域实战化演练,作战地域涵盖山地、丛林与荒漠多种复杂地形,参演部队包含步兵、装甲兵、炮兵等多兵种,呈大纵深、分散式部署;演练模拟高强度对抗作战,部队频繁机动、快速转移阵地,作战节奏快、任务转换迅速。

保障需求:传统集中式油料补给难以精准覆盖,需快速响应各点位需求,确保油料及时送达。如,装甲集群突击作战阶段,油料消耗激增,若补给不及时,将直接影响突击效果;山地行军时,路况差、通行困难,油料运输车辆需灵活规划路线,确保按时抵达补给点;荒漠地区环境恶劣,对油料储存、运输设备稳定性要求极高,且信息传递易受阻,油库与作战部队间需建立可靠通信链路,实时共享油料信息,保障指挥决策精准性。

##### 4.1.2 智能化保障系统构建与应用

构建一套涵盖感知、传输、处理与应用的智能化军油保障系统。

感知方面。在油库储油罐、输油管道、运油车辆、野战加油站等关键部位部署高精度传感器。

传输方面。依托 4G/5G 通信网络,结合卫星通信作为备份链路,构建全域覆盖的数据传输通道。各传感器采集数据经加密处理,通过 4G/5G 网络实时传输至后方保障指挥中心,遇林地、山区等信号弱区自动切换卫星通信,确保数据不中断。

处理与应用方面。基于大数据存储与分析平台,整合各类油料数据,构建油料消耗预测模型、运输调度优化模型。利用人工智能算法,对海量历史数据与实时数据深度挖掘,预测各作战阶段、各区域油料需求;结合地理信息系统与实时路况,为运油车辆规划最优配送路线,实现智能配送。

##### 4.1.3 保障效果评估

保障效率方面。传统模式从部队提出油料需求至补给到位,平均耗时 4-6 小时,智能化保障将响应时间缩短至 1-2 小时,紧急需求下甚至可在半小时内送达,提升了补给及时性,确保作战连贯性。

保障精准度方面。传统人工计量、估算油料需求与配送量,误差率达 15%-20%,智能化系统将误差控制在 5% 以内。

资源调配方面。库存周转率提升 30%,减少积压,降低运输成本。

作战效能方面。装备出动率提高 20%,作战任务完成率提升 15%,彰显数据驱动智能化保障对提升部队战斗力的关键作用。

### 4.2 案例二:俄乌战争中的军油保障实践

#### 4.2.1 作战任务特点及对军油保障挑战

作战背景:俄乌冲突呈现出战线长、作战区域分散、战斗形式多样等显著特点<sup>[7]</sup>。作战地域横跨城市街巷、广袤乡村、森林湿地与丘陵山地,双方部队在多处热点区域展开激烈争夺,战线绵延上千公里。城市作战中,建筑林立、道路狭窄,部队机动受限,作战单元分散于街区角落,油料补给点难以快速精准定位;野外作战时,地形复杂,春季的泥泞道路、冬季的积雪冰封,极大阻碍油料运输车辆通行,且隐蔽伪装困难,易遭敌方火力打击。

保障需求:作战节奏快,双方频繁发动攻势、实施战术机动,装备高强度使用,油料消耗急剧攀升。如,装甲集群突击、机械化步兵快速推进,主战坦克百公里油耗高达数百升,步兵战车、自行火炮等装备油耗亦不容小觑,油料需求呈现爆发式增长,且需求点位随部队推进不断动态变化,给油料保障的及时性、精准性带来严峻挑战。

#### 4.2.2 数据驱动野外动散条件下保障措施

乌军借助北约情报支持与自身战场监测系统,广泛收

集作战区域内油料相关数据。利用卫星遥感、无人机侦察,实时获取油库、加油站分布及受损情况,结合部队作战任务规划、装备部署与机动路线,依托大数据分析模型,精准预测各区域、各时段油料需求。如在顿巴斯地区作战,通过分析近一周内双方交战强度、装备出动频次、地形对油耗影响等数据,提前预判关键作战节点油料缺口,优先调配运输力量保障重点区域。

俄军则强化自身战场态势感知系统建设,在装备、运输车辆、油库等环节部署大量传感器,构建物联网数据采集网络。实时监控装备油料消耗速率、运油车行驶位置与油料运输量、油库库存动态,将数据实时传输至后方指挥中心。

指挥中心依据数据分析结果,运用智能决策算法优化油料配送方案,依路况、敌情动态规划运输路线,遇空袭威胁时迅速调整路径,确保油料安全、准时送达前线部队,实现从被动响应到主动配送的转变,提升保障效率与作战持续性。

## 5 军事油料保障智能化技术体系

结合典型实践应用案例,以及野外动散条件下军事油料保障面临的挑战,可将军事油料保障智能化技术体系按照数据采集、数据传输、数据汇治与数据应用(采-传-汇-用)4个层面,辅以组织流程、标准规范,以及运维管理、安全保密4大保障体系的“四横四纵”架构进行建设。如图1所示。

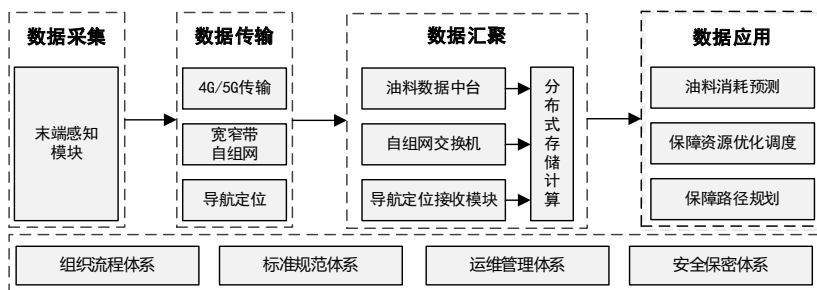


图1 实现路径图

本文重点围绕采集层(数据采集)、传输层(数据传输)和汇治层(数据汇聚)、应用层(油料消耗预测、保障资源调度和保障路径规划)等部分内容进行分析。

### 4.1 数据采集

采集层是获取这些关键信息的前沿阵地。利用传感器网络,在油料存储设施、运输车辆、加油装备以及作战装备上部署各类传感器,实时采集油料液位、流量、温度、压力,车辆位置、行驶状态,装备运行参数等多源数据。同时,结合地理信息系统(GIS)、气象数据等外部数据,为保障决策提供全面信息支持。

#### 5.1.1 基于多源异构末端传感器与物联网的数据采集融合集成技术

针对用油车辆、用油保障车辆、油料保障设施的数据采集,面临末端类型多、数量大,技术体制复杂,采集汇聚数据量大且信号多样复杂,油料监测方式有液柱式、机械式、数字式等,导致采集技术体制难统一、数据实时采集难的问题,采用末端传感器设备接口适配和数据采集融合集成技术,实现了大规模油量数据的高并发接入和多源异构数据整合处理,为多型号装备数据接入与处理提供了灵活的技术解决方案。

#### 5.1.2 基于图像识别的传感器油料采集及分析预警技术

在数据采集过程中,利用图像识别技术对运加油车的加油数据和加油站油罐加油数据进行采集、分析和处理,实现对加油数据的精准识别,及时发现异常加油情况并发出预警,保障油料采集环节的安全与规范。主要包括图像采集、图像预处理、数据识别、数据融合、预警等功能。

### 5.2 数据传输

网络层作为物联网架构的“信息高速路”,将采集层采集到的海量油料数据稳定、高效传输至应用层。构建融合卫星通信、无线自组网通信等多种方式的混合通信网络,确保在野外复杂环境下数据的稳定传输。采用数据加密、纠错编码等技术,提高数据传输的安全性与可靠性。采用基于4G/5G通信模块的无线传输方案,在山区、丛林等偏远作战区域,利用4G网络广覆盖优势,搭建起加油站、运输车辆与后方指挥中心间的通信链路。在动散场景中,加油站的油料数据采集终端将整合后的数据,通过4G/5G网络加密通道,以数据包形式按预设频率(如每5分钟一次)向指挥中心推送,确保指挥人员能及时了解油料补给动态。

基于北斗卫星通信的油料保障数据的编解码与协议适配技术。针对野外场景下机动车辆油料数据回传问题,采用基于北斗卫星短报文通信的油料保障数据编解码协议适配技术,通过精细化的接口设计与北斗卫星短报文通信高度兼容,成功构建了从油料保障业务信息编码、传输到解码的全链路闭环,确保油料供应、保障信息的实时、快速、准确传输,提高了动散条件下油料保障的响应速度和准确性。

### 5.3 数据汇聚

运用分布式数据库技术,如Hadoop分布式文件系统(HDFS)和NoSQL数据库,对海量油料保障数据进行存储与管理。实现数据的高效读写、快速查询以及良好的扩展性,满足大规模数据存储与处理需求。数据存储形式丰富多样,结构化数据如油料收发记录、库存台账等,以关系型数据库表形式精细存储,便于精确查询与统计分析,通过



SQL 语句可迅速获取某时段特定油库的油料出入库详情；半结构化数据如装备运行日志、油料监测报告等，采用文档型数据库存储，既能保留数据的灵活性，又可实现快速检索，助力及时掌握装备油料消耗异常情况；非结构化数据像油库监控视频、地理信息影像等，则利用对象存储服务存储，为后续智能分析提供全面素材。

## 5.4 数据应用

### 5.4.1 基于大数据平台和智能算法的油料需求测算与保障规划技术

为了解决在野外环境下战场环境的多变性和不确定性，油料需求预测难以精确掌握，从而可能导致油料供应不足或过剩的问题，创新建立基于历史数据和实时情报的综合预测模型，该模型能够结合作战任务特点、装备性能参数、环境因素等，通过机器学习和数据分析技术，提高预测的准确性；实施动态监控和实时更新机制，确保预测模型能够根据最新的战场情况进行快速调整；加强与前线各单元的沟通与协作，实时收集油料消耗数据，以便更准确地预测和调整油料供应计划。

#### 1) 油料消耗预测模型

基于时间序列分析等，结合作战任务类型、装备使用情况、环境条件等多因素，建立油料消耗预测模型。通过不断优化模型参数，提高预测精度，为保障资源配置提供依据。

时间序列分析模型<sup>[8]</sup>主要基于时间的滑动平均模型，结合其他因素作为权重，预测未来一定时间的值，越近的数据权重越大，然后计算加权平均值作为预测值。其公式如下：

$$WMA = \sum_{i=t-n+1}^t \omega^i x^i$$

其中  $\omega^i$  是第  $i$  期数据的权重，且  $\sum_{i=t-n+1}^t \omega^i = 1$ 。例如一段时期的油耗量为 1,2,3,4，如果权重分别为 0.1,0.4,0.2,0.3 (0.1+0.4+0.2+0.3=1)，则第 5 期的油耗量预测值为  $1*0.1+2*0.4+3*0.2+4*0.3=2.7$ 。

滑动平均值能更灵活地反映数据的变化，对近期数据的变化更敏感，但权重的确定具有一定主观性，需要根据数据特点和经验来选择。

#### 2) 保障资源优化调度模型

野外动散条件下保障力量分散，运输路线受地形、交通及敌情影响大。如何在有限时间内，将油料等保障资源高效调配至需求点，是保障工作的关键挑战。运用运筹学中的线性规划模型<sup>[9]</sup>可在油料预测及保障资源优化调度方面具有优化作用。线性规划模型采用极值线性函数，其约束形式如下：

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 < b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 < b_2 \\ a_{11}x_1 + a_{12}x_2 < b_3 \end{cases}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

其中， $a$  为保障内容权重  $b$  为保障资源总数， $x, y$  为

每一次需要调度保障资源的数量。根据不同权重下不同保障资源调度总数，求出每次调度极值，确保总体调度最优，使分配效率最大化。

#### 3) 保障路径规划模型

利用启发式算法规划最优的油料运输路径。实时根据战场动态变化，对路径进行动态调整，确保保障任务安全、高效完成。最短路径分析是常见的应用，通过算法如 Dijkstra<sup>[10]</sup> 可以找到复杂网络中的最优路径。

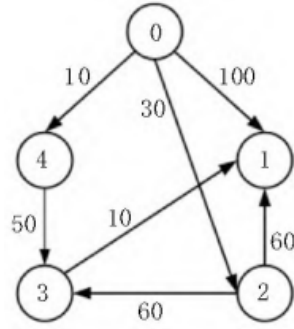


图 2 Dijkstra 路径树举例

第一步，需要遍历所有路径节点和边，并标记所有路径边的举例。

第二步，构建数据矩阵  $d[i]$ ，遍历从起始点到终点所有路径并计算距离  $d[1], d[2] \dots d[n]$ 。

第三步，比较路径的长度值，当一个路径小于之前的路径时，相对较短的路径即为当前最短路径，以此类推，直到循环结束，最终遍历完成得出最短的一条路径  $d[\min]$ 。

此过程可根据保障资源的紧急程度、重要程度，同时根据路径的阻抗和环境因素设置权重，加权得出路径最优解，最终实现油料运输路径的合理规划。

### 5.4.2 基于位置与编组保障态势的扁平化指挥控制协调技术

为了解决野外动散条件下油料保障各单元之间信息共享不畅、资源调度不合理以及应急响应迟缓，导致油料保障过程中出现重复劳动、资源浪费和保障不及时等现象，进而影响整体保障效率和部队战斗力的问题，建立统一的数据化智能化指挥机制，可视化态势掌控全域保障资源与用油数据，通过智能算法和大数据分析，优化资源调度、合理分配油料资源，实现各保障单元信息的实时共享和高效流通，确保指挥决策的准确性和及时性，提高指挥控制与资源利用效率。

### 5.4.3 基于位置与油量信息的动态编组和决策处置智能推荐技术

针对用油装备和保障装备力量群组综合指挥难题，采用基于位置、油量信息、消耗阈值和动态编组原则，构建油料保障力量动态编组模型、单装油料消耗预警算法和基于战场态势变化的动态情况判断与处置模型，面对复杂的敌情、

我情和战场环境,快速生成情况判断结论、定下决心和提出处置建议,并进行动态编组,调整计划任务管理和行动控制,极大提高了战时油料保障的指挥效率。

## 6 结论

未来,数据驱动的野外动散条件下军油保障智能化实践应用主要在包括以下几个方面:

一是跨学科融合打破传统油料保障单一学科局限,将大数据科学、人工智能、物联网、运筹学等多学科知识有机融合,构建综合性智能化保障体系。利用大数据分析挖掘技术处理海量油料数据,借助人工智能算法实现保障决策智能化,依托物联网实现油料信息实时感知与传输,运用运筹学优化资源配置,全方位提升保障效能。

二是实践应用紧密围绕野外动散作战实际需求,聚焦复杂地形、频繁机动、通信受限等难点痛点,开发针对性强的智能化保障技术与应用系统。如研发适应无网络环境的离线数据采集与智能决策模块,利用便携式设备实现油料快速检测与精准计量,通过卫星通信与自组网技术保障数据传输稳定,切实解决实战化保障难题。

## 参考文献

- [1] 杨俊科,郑靖.军用油料的储运与管理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(08):99-100.
- [2] 王祎琳,孔洪涛,孙跃坤.军用油料精确保障研究[J].军事交通学院学报,2016,18(04):49-51+79.DOI:10.16807/j.cnki.12-1372/e.2016.04.0012.
- [3] 知远战略与防务研究所.美国陆军油料保障计划和行动手册[D].2019.
- [4] 李志.俄军加强油料联勤保障体制建设的发展趋势[J].军事技术,2004(4):41.
- [5] 王立盟,韩雨.2022年国外军事人工智能领域科技发展研究[J].战术导弹技术,2023,(02):25-33.DOI:10.16358/j.issn.1009-1300.20230500.
- [6] 梁立波.军用油料装备信息化建设路径研究[J].中国石油石化.2017(11)
- [7] 武警研究院.从俄乌战场看战术层后勤保障面临的新威胁[EB/OL].(2025-01-28).<https://mp.weixin.qq.com/s/sRSnjtVTPa5D6-HHwvMong>.
- [8] 陈银光,于守健.基于改进加权移动平均法的服装销售预测[J].智能计算机与应用.2018(06)
- [9] 闫华,高黎,刘国勇,王红旗.基于多时间窗的油料保障模型[J].计算机应用.2015(07)
- [10] 先梦瑜.一种基于Dijkstra的物流配送路径优化算法设计[J].电子设计工程.2023(02)